

CONFERENCE PROCEEDINGS

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

**CONTEMPORARY INNOVATION
TECHNIQUE OF THE ENGINEERING
PERSONNEL TRAINING FOR THE
MINING AND TRANSPORT INDUSTRY**

СИТЕРТМТІ'2014



**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**«СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ
ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА 2014»**

27 – 28 March 2014

State Higher Education Institution

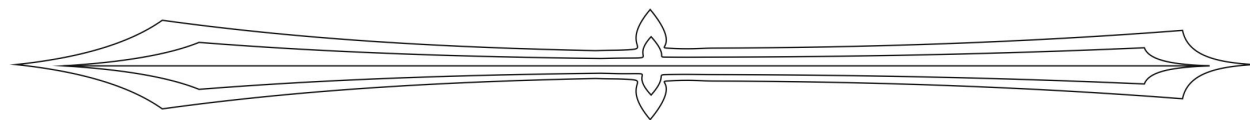
“National Mining University”

Dnepropetrovsk, Ukraine



Ministry of Education and Science of Ukraine	Министерство образования и науки Украины
State Higher Education Institution “National Mining University”	Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»
Group of companies “ASCON” (Russia)	Группа компаний «АСКОН» (Россия)
Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov (Kazakhstan)	Актюбинский региональный государственный Университет им. К. Жубанова (Казахстан)
Dnepropetrovsk Youth Council at the Mayor Kulichenko I.	Днепропетровский молодежный совет при городском голове И.И. Куличенко
Ukrainian Association “Women in Science and Education”	Украинская ассоциация «Женщины в науке и образовании»

**Contemporary Innovation Technique of the Engineering
Personnel Training
for the Mining and Transport Industry 2014
(СИТЕРТМТИ'2014)
Conference Proceedings**



Сборник научных трудов международной конференции

**«Современные инновационные технологии
подготовки инженерных кадров
для горной промышленности и транспорта 2014»**

27-28 March 2014

Ukraine, Dnepropetrovsk

27-28 марта 2014 года

Украина, Днепропетровск

УДК [[622:378.6]:[005.96:004]](082)

ББК 65.304.1-6р11я431

С 232

С 232 Сборник научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2014». – Д.: НГУ, 2014. – 588 с.

Сборник содержит научно-методические труды студентов, аспирантов, молодых ученых, сотрудников ВУЗов, учебных заведений, представителей предприятий и практикующих специалистов, рассматривающие проблемы и современные инновационные решения в области высшего образования, науки и техники. Всю полноту ответственности за содержание предоставленных материалов и сам факт их публикации несут авторы. Редакция сборника трудов не всегда разделяет мнения авторов и не несет ответственности за недостоверность публикуемых данных. Редакция не несет никакой ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией материалов.

Contemporary Innovation Technique of the Engineering Personnel Training for the Mining and Transport Industry 2014 (CITEPTMTI'2014). Conference Proceedings. (2014) Ukraine, Dnepropetrovsk: National Mining University, 588 p.

CITEPTMTI'2014 is a comprehensive conference covering all the various topics of High Education, Engineering Personnel Training for the Mining and Transport Industry, Innovation Research in Technical Sciences.

Authors are advised especially that it is the responsibility of the authors, not the publisher, to determine whether disclosure of their material requires the prior consent of other parties and, if so, to obtain it. Authors are also advised that it shall be acknowledged that statements and opinions given in work published by CITEPTMTI are the expression of the authors. Responsibility for the content of published papers rests upon the authors, not the publisher.

Not authorized for further reproduction or distribution of any kind without prior permission from the authors.

Проверено системой



ISSN 2311-147X (CD-ROM)

ISSN 2312-198X (Online)

Design and layouting: Ilya Verner

www.sci-forum.net.ua

Technical support: Laboratory of Informational Technology Design

Department of machinery design bases

© 2014, State Higher Education Institution "National Mining University"

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman – **Peter Pilov**, PhD, Professor, First Vice-Rector of the State Higher Educational Institution "National Mining University", Honored Scientist of Ukraine;

Co-chairman – **Zhanabergen Kuzbakov**, PhD, Associate Professor, Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov (Kazakhstan);

Co-chairman – **Anna Ivashenko**, Head of the Educational Program of ASCON company "Be an engineer!" (Russia);

Secretary – **Vladimir Procriv**, PhD, Professor, Head of Mining Engineering Department, Head of Sector for Rating Educational-Methodical Council, State Higher Educational Institution "National Mining University";

SCIENTIFIC COMMITTEE

Dr. **Vladimir Samusya** - PhD, Professor, Head of Mining Mechanics Department, State Higher Educational Institution "National Mining University";

Dr. **Igor Taran** - PhD, Professor, Head of Transportation Management Department, State Higher Educational Institution "National Mining University";

Dr. **Aleksandra Vagonova** - PhD, Professor, Head of Accounting and Audit Department, State Higher Educational Institution "National Mining University";

Mr. **Konstantin Bas** - PhD, Associate Professor, Head of Automobiles and Automobile Economy Department, State Higher Educational Institution "National Mining University";

Mr. **Dmitry Kolosov** - PhD, Associate Professor, Head of Structural, Theoretical and Applied Mechanics Department, State Higher Educational Institution "National Mining University";

Mr. **Kirill Ziborov** - PhD, Associate Professor, Head of Machinery Design Bases Department, State Higher Educational Institution "National Mining University";

Mr. **Vladislav Maryenko** - Postgraduate, Deputy Head of Dnepropetrovsk Youth Council at the city head Ivan Kulichenko;

Ms. **Julia Petrova** – Senior Electronic Engineer, member of Ukrainian Association "Women in Science and Education";

Technical editor – **Ilya Verner**, Head of Informational Technology Design Laboratory, Department of Machinery Design Bases, State Higher Educational Institution "National Mining University".

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель Оргкомитета конференции – **Пилов П.И.**, доктор технических наук, первый проректор Государственного ВУЗ «Национальный горный университет», заслуженный деятель науки и техники Украины;

сопредседатель Оргкомитета конференции – **Кузбаков Ж.И.** кандидат технических наук, доцент Актюбинского государственного университета им. К. Жубанова;

сопредседатель Оргкомитета конференции – **Иващенко А.**, руководитель образовательной программы АСКОН;

ученый секретарь – **Процив В.В.**, доктор технических наук, заведующий кафедры технологии горного машиностроения, руководитель сектора рейтингования учебно-методического совета Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Члены оргкомитета конференции:

Самуся В.И. - доктор технических наук, заведующий кафедры горной механики Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Таран И.А. - доктор технических наук, заведующий кафедры управления на транспорте Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Вагонова А.Г. - доктор экономических наук, заведующая кафедрой учета и аудита Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Басс К.М. - кандидат технических наук, заведующий кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Колосов Д.Л. - кандидат технических наук, заведующий кафедры строительной теоретической и прикладной механики Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Зиборов К.А. - кандидат технических наук, заведующий кафедры основ конструирования механизмов и машин Государственного ВУЗ «Национальный горный университет»;

Марьенко В. - заместитель руководителя аппарата Днепропетровского молодежного совета при городском голове И.И. Куличенко;

Петрова Ю.В. – ведущий инженер-электронщик, член украинской ассоциации «Женщины в науке и образовании»;

технический редактор – **Вернер И.В.**, заведующий лаборатории информационных технологий проектирования кафедры основ конструирования механизмов и машин Государственного ВУЗ «Национальный горный университет».

Table of Contents

<i>Table of Contents in Original Language</i>	12
<i>Preface</i>	21

I Mining and Metallurgical Equipment

<i>Bondarenko A. Planning of Worker Member with Jet Washout</i>	23
<i>Dudko M.A., Verner I., Sarycheva G.I. The Dynamics of the Pulling Unit for Weighing Cargo Flow on a Conveyor Belt by a Circumferential Force Actuator</i>	26
<i>Kirnos V. On the Possibilities of Controlling the Flow of Two-phase Mixtures</i>	34
<i>Kladko A. Prospects for the Use of an Plasma Blast Technology for the Destruction of Oversize Rocks</i>	39
<i>Kuzbakov G. Accounting of Transients in a Jaw Crusher in the Grinding Ferros Process</i>	43
<i>Kuzbakov G. Reducing of Dynamic Loads on the Frame of a Jaw Crusher at Crushing Materials with High Strength</i>	50
<i>Kuzbakov G. Vibrations of the Jaw Crusher Drive Unit and Measures for the Localization of it</i>	55
<i>Maryenko V. Problems of Coaxiality Bearing Supports Long of Mine Shaft Main Fans</i>	63
<i>Naumenko O. Performance Properties of Wearproof Coatings</i>	68
<i>Palyh A.P. Geometrical Synthesis of Planetary Gears Rotary Motor</i>	72
<i>Savelyeva T.S., Tarnovsky A.V. The Study of Mechanical Properties of Rocks of Graphite Deposit</i>	77
<i>Savchenko Y., Verner I., Sarycheva G. Fracture Heterogeneous Environments Under Impulsive Loads</i>	83
<i>Sadovenko I., Derevyagina N., Depth Erosion of Technogenic Loaded Loess Slopes</i>	90

Sergeieva K., Zherdiev K. Processing of Aluminum Melt of Plasma Jets	94
Tumin A.N. Theoretical Research of Water Flow Character Inside a Roll Ultrafiltration Module	99
Ziborov K.A., Fedoriachenko S.A., Vanga G.K. , Influence of Chassis and Transmission Design of Mining Rail Transport on Wheel-rail Wear	109
Fedoskina Ye.V. The Pilot Studies of the Casing Movement of The Vibrational Cheek Crusher with The Oblique Camera of Crushing	115
Hrunina N.P., Cheban A.U. The Results of Research of Sand Deposits of Precious Metals	121
Cheban A.U., Sekisov G.V., Hrunina N.P. Technical Equipment Enterprises of the far East Russia Engaged in the Development of Deposits Construction of Rocks	127
Shevchenko O. The Results of Deep-sea Organic-mineral Sediments Dewatering Laboratory Tests with Compression Method Using	133
Kolosov D., Tantsura G. Experimental Analysis of the Strength of Rubber-Rope Cable Shell	136

II Mechanical Engineering and Engineering Science

Balaka M., Antonkov M. Analysis of the Methods, Means and Technologies Intensification of Earthworks on the Frozen Soils	147
Vanga G.K., Tverdohleb A.M., Juravel A.U. Rationale for Selection of Steel Grades for Piston Pin of Crank Mechanism	157
Sirchenko A., Zabolotniy K. Determination of Optimum Law Lift Element Lining the Manipulator of Tunnel Stacker	162
Zabolotniy K., Sirchenko A., Tipikin A. The Development of a Concept Project Unloading Complex in a Coal Terminal in the Software SolidWorks	169
Ziborov K.A., Koval D.O., Ambartsumian V.N. Development of a Crank Mechanism with a Rolling Element	177
Pakhomova S., Pomelnikova A. Integrated Hardening of the Heavily Loaded gear Surfaces	184

<i>Patsera S., Verner I., Duzhak V.V. The Graphic Model of Interference Fits Functioning</i>	193
<i>Rutkovsky A. Simulation of Stress-strain State Drum Mine Winders</i>	197
<i>Savchenko A.A., Prokopovich M.A. Quality Functionale of Specialized Vehicles</i>	205
<i>Taran I.O., Klymenko I.Y. Features of Application of Stepless Hydrovolumetric Mechanical Transmissions</i>	211
<i>Taran I.O., Klymenko I.Y. Algorithm of Benchmarking Transmissions of Transport Vehicles</i>	217
<i>Shepel T.V., Sychev A.V. Measuring Device for Kinematic and Dynamic Parameters Investigation Applied to the Deep-sea Earthmoving Equipment</i>	225

III Transport Technologies and Equipment

<i>Balaka M. Metrological Estimation of Results Experimental Research of the Wheel With Pneumatic Tire</i>	234
<i>Bas T.P., Bas K.M., Krivda V. The Time Dependence of Transport Process Mine Dump on the Slope Road Pit</i>	240
<i>Kozina I. Expert Analysis for Control by Processes of Auxiliary Transport Under Conditions of Coal Mines</i>	248
<i>Lytvyn V.V., Myroshnichenko A.N. Simulation Modeling of Traffic Streams with the Help of PTV Vision Vissim Software</i>	251
<i>Litvin P.V., Puchkov A.I., Kaplun O.G. Method of Calculation Time and the Path Acceleration</i>	261
<i>Plahotnik V., Maryenko V. Innovative Solutions of Public Transport Stop</i>	268
<i>Myroshnichenko A.M. The Influence of the Length of Haul Route of Urban Passenger Transport on Change to the Technical Speed of Vehicles</i>	272
<i>Novytski A.V., Glushchenko O.C. Determination of the Optimal Amount of Value of Consignments by the Criterion of Minimum Logistics Costs</i>	277

Puchkov A. I., Litvin P.V., Gorovec R.V. Installation for Service Passenger Cars Brake System	282
--	------------

IV Resource and Energy Saving Technologies and Materials

Olishevskaya V.E., Fedoskin V.O., Tsaplya A.A. Comparative Analysis of Technologies of Processing of Motor-Car Tires	287
Savchenko Y. Creating a Drilling Tool with High of Resources and Properties	295
Tarasov S., Buryak A., Skosar V. An Combined Functioning of the Coal-based Energy Plant and the Industrial Energy Park	301
Dzenzersky V., Buryak A., Skosar V. The Coal-based Energy Plant and the Treatment Coal Dross	309
Suchikova Y. The Use of Porous Indium Phosphide as Substrates Supercapacitors - New Word in Green Energy	318
Shapovalov D.O., Zybalyo S.N., Jusko V.L. Combined Reactive-separation Process Epoxidation of Natural Rubber Production Waste	324
Shimanovich D. Study of Internal Stresses in Aluminum Layers Evaporated on Dielectric Surfaces	328

V Automation and Mechanization Energy Supply

Zhuk S., Grabovskij K. The Mathematical Model of Bof Control	331
Ischenko V.I., Bazelyuk O.V., Microprocessor's System of Orientation Solar Panel Towards to the Sun	336
Bogushevskiy V., Sukhenko V. Automated Control System of Bof Process	339

VI Alternative Energy

Gutorov Y.A., Gabdrahmanova C.F., Usmanov F.G. Geothermal Energy from Abandoned Wells - an Effective Way to Reduce Energy Costs for Disposing Oil Producing Objects	346
Slobodchikov V., Arzhaev G., Balaka M. Engine Fuels From the Waste Polymeric Materials	352

Sadovenko I., Inkin O. Modeling of Work Underground Accumulation System of Thermal Energy	358
--	------------

**VII Informational Technologies of Design, Modeling, Design,
Modern WEB-technologies**

Annov Aleksander, Annov Anton, Average Statistical Chodr - Indicator Forms of Oval Figures in Monolayer Homogeneous Streams	370
Koptovets A., Yavorskaia V. Adaptive Control of Tribological System	380
Pyankov I.B., Kolesnikov I.A., Nikolenko M.V. Program Information Center Support Concept Design Objects Marine Engineering	386
Rozov S.V. CAD Systems as a Method of Research of Mechanical Properties Metal Roof Support	390
Filatov G. About Application of Methods of Nonlinear Programming to Identification of Mathematical Models of Corrosion Destruction of Constructions	394
Shumelchik Kateryna, How to Develop the Modeling Style of a Good Quality	400

VIII Applied Geometry, Engineering Graphics, Ergonomics, Life Safety

Arzhaev G., Balaka M., Slobodchikov V. Toxicity of Exhaust Gases of Automobile Engines And Their Man Impact on the Natural Environment ..	409
Zhovtyak A.S., Balashov S.V., Solomko D.I. Solution of Mining and Geological Problems by the Engineering Graphics Methods	414
Imangazin M.K. Quantitative Risk Assessment the Risk of Accidents by the Method of Kinne Aksu Ferroalloy Plant in the Period From 2010 to 2012 Years	418
Rozov S.V., Tverdohleb A.M., Kobilyansky S.V. Use of Program Products for Engineering Graphics	426
Khodos O. Environmental Safety of the Busses on Routes in City	429
Khodos O., Sodal I. Analysis of Active and Passive Systems of Safety of Modern Passenger Cars	431

IX Economical Problems of Enterprises

Melnikova Y. <i>State and Problems of Enterprises Activity of Ukrainian Motor Transport</i>	434
Semencha I.Y., Borovs'ka E. <i>Methods of Behaviorial Economics Modeling in Analysis of Enterprise Activity</i>	441
Semencha I.Y., Korostienko D.V. <i>The analysis of the condition of working out and introduction of innovations in Ukraine</i>	448
Minnulina R.I., Gabdrakhmanova K.F. <i>Spurious Correlation</i>	453
Volkova A.A., Gabdrakhmanova K.F. <i>Method Nomogram Hydrocarbon Resource Base</i>	456
Teshabaev A.E. <i>Implementation and Using MBO – Management by Objective in Large Modern Company</i>	461

X Information Technology in Education

Gabdrakhmanova K., Gazizova A. <i>Application of Percolation Theory to the Bavly Region</i>	467
Borisenko D. <i>The Use of Modern Range of Informative-communicative Technologies in Teaching High School</i>	471
Kuznetsova Kateryna, <i>To the Question of Advantages, Difficulties and Perspectives of ICT Application in the Process of L2 Teaching and Acquisition</i>	478
Lavrinenko S.V. <i>Electronic Editions for Teaching Students</i>	481
Lagoshny A., Lagoshna O., Matysina N. <i>Interactive Computer Models and Distance Education</i>	484
Mikheeva E.V., Pikula N.P. <i>Experience of Use of Electronic Network Education and Methodical Complexes of Disciplines for Students of Geological and Oil Specialties of Higher Education Institutions</i>	492
Pismenkova T., Ziborov K., Protsiv V. <i>Features of Verification Automated Testing System Knowledge of Students</i>	499

Chernova L. <i>The Problem of Utilization Digital Technology and Bases of Knowledge in the Social and Humanitarian Sphere</i>	508
Matsyuk I.N., Shlyahov E.M. <i>The Use of Information Technologies in Teaching of Theory of Mechanisms and Machines</i>	514
Matsyuk I.N., Shlyahov E.M. <i>Experience of Teaching Video Materials Development of MDB Department of National Mining University</i>	520
Shumelchik K., Shumelchik L. <i>Cloud Computing in Education</i>	524
Shumelchik L. <i>Theoretical and Methodological Bases of Creation Informational and Educational Environment in the Professional Training System of Engineers</i>	532
Balashov S., Verner I., Bishevksy V. <i>Information and Communication Technologies in Education</i>	538

XI Humanities Education Issues

Horpynych O. <i>Educational Assessment Level of Achievement of Students at the Competency Approach to Learning Content</i>	547
Dodatko A. <i>Training for Higher Education</i>	553
Gabdrakhmanova K.F. <i>Integration of technical knowledge as a way of forming of professional competence of students of technical university</i>	556
Logvinenko V.G. <i>Posteriori estimation of teaching and learning process</i>	562
Ponomareva L.A., Selina V.O. <i>Humanization of mathematical education for non-core specialties</i>	571
Boykishiyeva D.A., Soliyeva D.A. <i>Improving the Training of Managers for Modern Production.....</i>	579
<i>Authors Index</i>	582

Содержание

Памяти профессора Блохина С.Е. 21

I Горное и металлургическое оборудование

Бондаренко А.А. Проектирование грунтозаборных устройств со струйным разрыхлителем 23

Дудко М.А., Вернер И.В., Саричева Г.И. Динамика поведения тягового органа при взвешивании грузопотока на ленточном конвейере по окружному усилию привода 26

Кирнос В.Д. О возможностях контроля расхода двухфазных смесей 34

Кладько А.А. Перспективы использования электроразрядного метода для разрушения негабаритов горных пород 39

Кузбаков Ж.И. Учет переходных процессов в щековой дробилке при измельчении ферроматериалов 43

Кузбаков Ж.И. Снижение динамических нагрузок на станину щековой дробилки при дроблении высокопрочных материалов 50

Кузбаков Ж.И. Колебания приводного устройства щековой дробилки и меры по их локализации 55

Марьенко В.Н. Проблемы соосности подшипниковых опор длинномерных валов шахтных вентиляторов главного проветривания 63

Науменко Е.Г. Эксплуатационные свойства износостойких покрытий 68

Палюх А.П. Геометрический синтез планетарной передачи роторного гидромотора 72

Савельева Т.С., Тарновский А.В. Исследование механических свойств пород месторождения графита	77
Савченко Ю.В., Вернер И.В., Саричева Г.И. Разрушение гетерогенной среды при импульсных нагрузках	83
Sadovenko I., Derevyagina N., Depth erosion of technogenic loaded loess slopes	90
Сергеева К.О., Жердєв К.В. Обробка алюмінієвих розплавів плазмовим струменем	94
Тумин А.Н. Теоретическое исследование характера течения воды в рулонном ультрафильтрационном модуле	99
Зиборов К.А., Федоряченко С.А., Ванжа Г.К. Влияние конструкции ходовой части и привода шахтного рельсового транспорта на износ пары колесо-рельс	109
Федоскина Е.В. Экспериментальные исследования движения корпуса вибрационной щековой дробилки с наклонной камерой дробления	115
Хрунина Н.П., Чебан А.Ю. О результатах исследований песков месторождения благородных металлов	121
Чебан А.Ю., Секисов Г.В., Хрунина Н.П. Техническая оснащенность предприятий дальнего востока России, занимающихся разработкой месторождений строительных горных пород	127
Шевченко А.Е. Лабораторные исследования обезвоживания глубоководных органо-минеральных осадков черного моря прессованием	133
Колосов Д.Л., Танцура Г.І. Експериментальні дослідження міцності оболонки гумотросового каната	136

II Машиностроение и машиноведение

Балака М.М., Антонков М.О. Аналіз методів, засобів і технологій інтенсифікації виконання земляних робіт на мерзлих ґрунтах	147
Ванжа Г.К., Твердохлеб А.М., Журавель А.Ю. Обоснование выбора марки стали для пальцев кривошипно-шатунного механизма	157
Сирченко А.А., Заболотный К.С. Определение оптимального закона подъема элемента обделки манипулятором тоннельного укладчика	162
Заболотный К.С., Сирченко А.А., Типикин А.Н. Разработка концептуального проекта разгрузочного комплекса в угольном терминале в программном комплексе SolidWorks	169
Зиборов К.А., Коваль Д.О., Амбарцумян В.Н. Разработка кривошипно-шатунного механизма с телом качения	177
Пахомова С.А., Помельникова А.С. Комплексное упрочнение тяжело нагруженных поверхностей зубчатых передач	184
Пацера С.Т., Вернер И.В., Дужак В.А. Графическая модель функционирования посадки с натягом	193
Рутковский М.А. Моделирование напряженно-деформированного состояния барабана шахтной подъемной машины	197
Савченко А.А., Прокопович М.А. Функционал качества специализированного автотранспорта	205
Таран І.О., Клименко І.Ю. Особливості застосування безступінчастих гідрооб'ємно-механічних трансмісій (ГОМТ)	211
Таран І.О., Клименко І.Ю. Алгоритм сравнительного анализа трансмиссий транспортных средств	217
Шепель Т.В., Сычев А.В. Устройство для исследования кинематики и динамики глубоководного грунто-разрабатывающего оборудования	225

III Транспортные технологии и оборудование

Балака М.М. Метрологічне оцінювання результатів експериментальних досліджень роботи колеса з пневматичною шиною	234
Басс Т.П., Басс К.М., Кривда В.В. Зависимость времени транспортного процесса карьерных автосамосвалов от уклонов карьерных автодорог	240
Козина И.В. Экспертный анализ при управлении процессами транспортирования грузов в условиях угольных шахт	248
Литвин В.В., Мирошниченко А.Н. Имитационное моделирование транспортных потоков с помощью программного обеспечения PTV Vision Vissim	251
Литвин П.В., Пучков О.І., Каплун О.Г. Методика розрахунку часу та шляху розгону автомобіля	261
Плахотник В.В., Марьенко В.Н. Инновационные решения остановок общественного транспорта	268
Мирошніченко А.М. Вплив довжини перегону маршруту міського пасажирського транспорту на зміну технічної швидкості транспортних засобів	272
Новицкий А.В., Глущенко О. Определение оптимальной величины стоимости партии товара по критерию минимума логистических расходов	277
Пучков А.И., Литвин П.В., Горовец Р.В. Установка для обслуживания тормозной системы легковых автомобилей	282

IV Ресурсо - и энергосберегающие технологии и материалы

Олишевская В.Е., Федоскин В.А., Цапля А.А. Сравнительный анализ технологий переработки автомобильных шин	287
---	------------

Савченко Ю.В. Створення бурового інструменту з високим ресурсом і властивостями	295
Тарасов С.В., Буряк А.А., Скосарь В.Ю. Совместное функционирование углеэнергетического предприятия и промышленного энергопарка	301
Дзензерский В.А., Буряк А.А., Скосарь В.Ю. Углеэнергетическое предприятие и переработка угольного шлака	309
Сычикова Я.А. Использование пористого фосфида индия в качестве подложек суперконденсаторов – новое слово в зеленой энергетике	318
Шаповалов Д.О., Зыбайло С.Н., Юшко В.Л. Совмещенный реакционно-разделительный процесс эпоксидирования отходов производства натурального каучука	324
Shimanovich D. Study of internal stresses in aluminum layers evaporated on dielectric surfaces	328

V Автоматизация, энергообеспечение и механизация

Жук С.В., Грабівський К.П. Математична модель керування киснево-конвертерною плавкою	331
Ищенко В.І., Базелюк О.В. Мікропроцесорна система орієнтації панелі сонячної батареї у напрямку Сонця	336
Богушевский В.С., Сухенко В.Ю. Автоматизированная система управления конвертерной плавкой	339

VI Альтернативные источники энергии

Гуторов Ю.А., Габдрахманова К.Ф., Усманова Ф.Г. Геотермальная энергия из законсервированных скважин – как эффективный способ снижения энергетических затрат на удаленных нефтедобывающих объектах	346
--	------------

Слободчиков В.В., Аржаев Г.О., Балака М.М. Моторні палива з відходів полімерних матеріалів 352

Садовенко И.А., Инкин А.В. Моделирование работы системы подземного аккумулирования тепловой энергии 358

VII Информационные технологии проектирования, моделирования, дизайна, современные WEB-технологии

Аннов Александр, Аннов Антон, Среднестатистическая хорда – индикатор формы овальных фигур в гомогенных монослойных потоках 370

Коптовец А.Н., Яворская В.В. Адаптивное управление трибологической системой 380

Пьянков И.Б., Колесников И.А., Николенко М.В. Программный информационный комплекс поддержки концептуального проектирования объектов морской техники 386

Розов С.В. САПР как метод исследования механических свойств металлической крепи 390

Филатов Г.В. К вопросу о применении методов нелинейного программирования к идентификации математических моделей коррозионного разрушения конструкций 394

Шумельчик Е.Н. Как выработать качественный стиль моделирования 400

VIII Прикладная геометрия, инженерная графика, эргономика и безопасность жизнедеятельности

Аржаев Г.О., Балака М.М., Слободчиков В.В. Токсичність відпрацьованих газів автомобільних двигунів та їх антропогенний вплив на навколишнє природне середовище 409

Жовтяк О.С., Балашов С.В., Соломко Д.І. Рішення гірничо-геологічних задач методами інженерної графіки 414

Имангазин М.К. Количественная оценка рисков опасности травматизма по методу Киннея на Аксуском заводе ферросплавов в период с 2010 по 2012 г.г.	418
Розов С.В., Твердохлеб А.М., Кобилянский С.В. Технические средства в обучении инженерной графике	426
Ходос О.Г. Экологическая безопасность автобусов на маршрутах города	429
Ходос О.Г., Содоль И.Ю. Анализ активной и пассивной систем безопасности современных легковых автомобилей	431

IX Экономические проблемы промышленных предприятий

Мельникова Ю.І. Стан та проблеми діяльності підприємств автомобільного транспорту України	434
Семенча І.Є., Боровська Е.І. Застосування методів моделювання поведінкової економіки для аналізу діяльності підприємства	441
Семенча І.Є., Коростієнко Д.В. Аналіз стану розробки та впровадження інновацій в Україні	448
Миннулина Р.И., Габдрахманова К.Ф. Ложная корреляция	453
Волкова А.А., Габдрахманова К.Ф. Метод номограмм для определения эффективности ресурсной базы углеводородного сырья	457
Тешабаев А.Э. Опыт применение метода управления по целям МВО на современном предприятии	461

X Информационные технологии в образовании

Габдрахманова К.Ф., Газизова А.И. Применение теории перколяции в Бавлинском районе	467
---	------------

Борисенко Д.В. <i>Использование современного информационно-коммуникативного спектра педагогических технологий в высшей школе</i>	471
Кузнецова Е.С. <i>О преимуществах, трудностях и перспективах использования ИТ в процессе обучения иностранным языкам</i>	478
Лавриненко С.В. <i>Электронные издания для обучения студентов</i>	481
Лагошный А.Ю., Лагошная Е.А., Матысина Н.В. <i>Интерактивные компьютерные модели и дистанционное обучение</i>	484
Михеева Е.В., Пикула Н.П. <i>Опыт использования электронных сетевых учебно-методических комплексов дисциплин для студентов геологических и нефтяных специальностей ВУЗов</i>	492
Письменкова Т.А., Зиборов К.А., Процев В.В. <i>Особенности автоматизированной тестовой технологии контроля достижений студентов</i>	499
Чернова Л.Е. <i>Проблема використання дiгiтальних технологiй та баз знань у соцiально-гуманiтарнiй сферi</i>	508
Мацюк И.Н., Шляхов Э.М. <i>Использование информационных технологий в преподавании теории механизмов и машин</i>	514
Мацюк И.Н., Шляхов Э.М. <i>Опыт создания учебных видеоматериалов на кафедре ОКММ Национального горного университета</i>	520
Шумельчик К.И., Шумельчик Л.Б. <i>Облачные технологии в образовании</i>	524
Шумельчик Л.Б. <i>Теоретико-методичнi засади створення iнформацiйно-освiтнього середовища в системi професiйноi пiдготовки iнженерних кадрiв</i>	532
Балашов С.В., Вернер И.В., Бышевский В.И. <i>Информационно-коммуникационные технологии в образовании</i>	538

XI Гуманитарные проблемы образования

<i>Горпинич О.В. Педагогічна діагностика рівня досягнень студентів при компетентнісному підході до змісту навчання</i>	547
<i>Додатко О.І. Підготовка кадрів з вищої освіти</i>	553
<i>Gabdrakhmanova K.F. Integration of technical knowledge as a way of forming of professional competence of students of technical university</i>	556
<i>Логвіненко В.Г. Апостеріорне оцінювання організації навчально-пізнавального процесу</i>	562
<i>Пономарева Л.А., Селина В.О. Гуманізація математического образования для непрофильных специальностей</i>	571
<i>Бойкишиева Д., Солиева Д. Совершенствование подготовки менеджеров для современного производства</i>	579
<i>Авторский указатель</i>	582

ПАМ'ЯТИ ПРОФЕСОРА БЛОХИНА С.Е.

Приоритетом существования и развития современного общества является обеспечение воспроизводства кадрового потенциала. Современные требования к квалификационному уровню специалистов побуждают к поиску и использованию новых инновационных методов и технологий подготовки инженерно-технических кадров. Проблемам инноваций и модернизации в сфере инженерно-технического образования уделял большое внимание декан механико-машиностроительного факультета Национального горного университета (НГУ) профессор Блохин С.Е.

Настоящая конференция посвящена шестидесятилетию со дня рождения профессора Блохина. Много лет имя профессора Сергея Евгеньевича Блохина неотрывно связано с Национальным горным университетом. Возглавлял кафедру строительной, теоретической и прикладной механики, осуществлял руководство одним из ведущих факультетов вуза – механико-машиностроительным (ММФ).

При его активном непосредственном участии на факультете были созданы новые кафедры и открыты специальности: «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Организация перевозок и управление на транспорте», подготовлен ряд кандидатов и докторов наук. Он являлся инициатором создания НИЛ «Динамики и прочности несущих конструкций искусственных сооружений горно-металлургических предприятий». С 1988 года после приказа об учреждении подразделения, он становится научным руководителем этой лаборатории. Практически впервые в отечественной практике сотрудниками НИЛ были проведены комплексные экспериментальные исследования взаимодействия искусственных сооружений и экипажей подвижного состава карьерного транспорта, исследованы вопросы динамики шахтных копров, подъемных установок, галерей ленточных конвейеров, рассмотрен целый комплекс задач, касающихся увеличения сроков службы и повышения безопасности эксплуатации объектов шахтной поверхности, а также мостов и путепроводов горно-обогатительных комбинатов.

Всею своею жизнью Сергей Евгеньевич вписал яркую страницу не только в науку, но и в воспитание инженерных кадров. За годы его трудовой деятельности на факультете получили образование тысячи студентов, считавших его вторым отцом благодаря его чуткой и отзывчивой натуре. Его отличала живость, доступность и доброжелательность в общении с сотрудниками и студентами, неумная энергия и креативность, умение

быстро формулировать задачи и концентрировать усилия по их реализации.

Цель данной конференции – представить новые современные технологии подготовки инженеров, перспективы использования и внедрения современных инноваций в образовании и науке, активным идеологом и проводником которых являлся профессор Блохин С.Е.

Трудовую деятельность в НГУ (тогда ДГИ) Сергей Евгеньевич начал ассистентом в 1981 году после защиты кандидатской диссертации под руководством академика Н.Г. Бондаря при участии академика В.А. Лазаряна. В 1989 году Блохин С.Е. защитил докторскую диссертацию на тему «Динамика тяговых агрегатов и повышение эффективности эксплуатации карьерных поездов», которая положила начало циклу научных работ, посвященных системам принудительного вписывания железнодорожных экипажей в кривые малого радиуса. Автоматические системы управления поворотом тележек и в настоящее время успешно применяются на Оленегорском, Губкинском, Алмалыкском и Соколовско-Сарбайском горно-обогатительных комбинатах.

В 1993 году Сергей Евгеньевич становится заведующим кафедрой «Строительной, теоретической и прикладной механики», а в 1994 году – деканом Механико-машиностроительного факультета.

За время своей деятельности Сергей Евгеньевич опубликовал около 200 научных работ, в том числе 3 монографии, подготовил семь кандидатов и два доктора наук, зарегистрировал 21 патент. Блохин С.Е. – академик подъемно-транспортной Академии наук Украины, длительное время являлся членом экспертных советов ГАК МОН Украины и ВАК Украины. Являлся лауреатом премии имени академика В.А. Лазаряна в области механики (1985 г.), премии имени Ленинского Комсомола Украины (1987 г.- «технические науки»). За вклад в подготовку кадров для горной промышленности награжден Почетной грамотой кабинета министров Украины (1999 г.), стал полным кавалером знака «Шахтерская слава».

Профессор, д.т.н. Блохин Сергей Евгеньевич воспитал сотни учеников, многие из которых являются активными продолжателями его деятельности.

Организационный комитет.



УДК 622. 271.5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРУНТОЗАБОРНЫХ УСТРОЙСТВ СО СТРУЙНЫМ РАЗРЫХЛИТЕЛЕМ

А.А. Бондаренко, кандидат технических наук, доцент кафедры горных машин и инжиниринга

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: bondarenkoa@nmu.org.ua

Аннотация. В работе проведено описание инновационного технического решения усовершенствования грунтозаборного устройства, в котором путем введения новых конструктивных элементов достигнута возможность повышения концентрации всасываемой пульпы при снижении расхода размывающей воды. За счет этого обеспечена интенсификация процесса выемки полезного ископаемого из ямочной зоны размыва, а также экономия энергетических ресурсов.

Ключевые слова: землесосный снаряд, грунтозаборное устройство, размыв грунта.

PLANNING OF WORKER MEMBER WITH JET WASHOUT

A. Bondarenko, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor of Department of mining machines and engineering

State higher educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: bondarenkoa@nmu.org.ua

Abstract. Description of innovative technical decision of worker member improvement is conducted. The increase of the sucked mash concentration at the decline of washing out water expense by introduction of new structural elements is attained. Intensification of process of soil extraction from the pit face, and also the economy of power resources is provided.

Keywords: shallow dredge, worker member, washout of soil.

Введение. Эффективность работы землесосных снарядов зависит, в основном, от рациональной организации процесса добычи полезного ископаемого в подводном забое. Часто повышения концентрации добываемой пульпы достигают путем применения гидравлических разрыхлителей. При ямочном способе разработки несвязных зернистых пород эффективность экскавации может быть повышена путем специфического расположения размывающих систем.

Цель работы. Обеспечить повышение концентрации добываемой пульпы и эффективности работы землесосного снаряда путем применения струйного разрыхлителя новой конструкции.

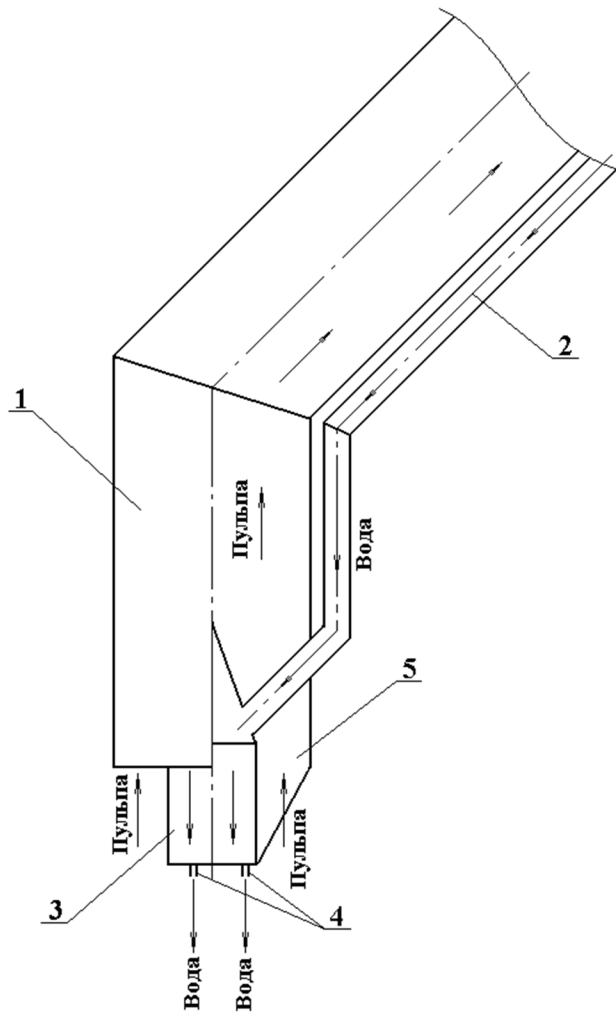


Рис. 1. Схема грунтозаборного устройства

струйного разрыхлителя новой конструкции.

Материал и результаты исследований. В основу инновационного технического решения поставлена задача усовершенствования грунтозаборного устройства, в котором путем введения новых конструктивных элементов достигнута возможность извлечения полезного ископаемого во встречных потоках, управления их интенсивностью, повышения концентрации всасываемой пульпы при снижении расхода размывающей воды. За счет этого обеспечена интенсификация процесса выемки полезного ископаемого из ямочной зоны размыва, а также экономия энергетических ресурсов. Задача решена путем установки во всасывающем патрубке цилиндрико-конического коллектора с закрепленными на его торце размывающими форсунками.

При этом сопла размывающих форсунок установлены под углом к продольной оси коллектора, совпадающей с продольной осью всасывающего патрубка, и обращены встречно направлению движения пульпы во всасывающем патрубке. Подача воды к размывающим форсункам осуществляется по трубопроводу, установленному на внешней стороне корпуса и сообщенному с полостью коллектора (рис. 1).

Грунтозаборное устройство содержит корпус 1, представляющий собой всасывающий патрубок, трубопровод 2 для подачи воды к размывающим форсункам, коллектор 3, расположенный во всасывающем патрубке и выступающий за его пределы, размывающие форсунки 4, ребра 5. Сопла форсунок, расположенных на коллекторе, установлены под уг-

лом к его оси, и обращены встречно направлению движения пульпы во всасывающем патрубке. Коллектор с форсунками жестко закреплен в корпусе и сообщен с трубопроводом для подачи воды, закрепленным с внешней стороны корпуса.

Грунтозаборное устройство работает следующим образом: вода для размыва полезного ископаемого от водяного насоса подается под давлением в трубопровод 2 и далее к коллектору 3, откуда через размывающие форсунки 4, сопла которых установлены под углом к оси коллектора, и обращены встречно направлению движения пульпы во всасывающем патрубке, истекает в массив грунта, размывая и насыщая его. Такое расположение форсунок позволяет формировать направленные встречные потоки, регулируя их интенсивность в зависимости от физико-механических свойств добываемого грунта, и таким образом управлять процессом размыва, всасыванием грунта, концентрацией пульпы в доступных диапазонах.

Образовавшаяся в результате воздействия на массив грунта водяных струй, истекающих из размывающих форсунок, пульпа всасывается грунтозаборным устройством и подается к месту складирования. Введение коллектора с форсунками во всасывающий патрубок позволяет всасывать пульпу в зоне возвратных потоков, что способствует интенсификации процесса всасывания, увеличивая тем самым техническую производительность устройства. Разработанное грунтозаборное устройство предназначено для ямочной добычи грунтов. Приведенное техническое решение защищено патентами Украины № 27981 и № 91523 [1, 2].

Внедрение грунтозаборного устройства приведенной конструкции позволило модернизировать землесосный снаряд МЗ-8 с минимальными затратами [3]. Эксплуатация земснаряда МЗ-8 при разработке Восточно-Бугского месторождения строительных песков показала его высокую эффективность [4]. Применение грунтозаборного устройства при разработке строительных песков с глубины 5 м при транспортировании на расстояние 350 м позволило увеличить производительность добычи полезного ископаемого на 18 м³/ч (23%), снизить потребление электроэнергии на единицу добытой продукции на 0,22 кВт (12%).

Вывод. Повышение производительности землесосного снаряда при подводной разработке несвязных полезных ископаемых, посредством ямочной технологии, обеспечивается путем применения грунтозаборного устройства, в котором путем введения новых конструктивных элементов достигнута возможность повышения концентрации всасываемой пульпы при снижении расхода размывающей воды.



ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 27981 Україна, E21C50/00 E02F 3/88. Грунтозабірний пристрій / А.О. Бондаренко Є.С. Запара, В.П. Франчук (Україна) ; заявник і патентовласник Національний гірничий університет – № и 2007 06214; заявл. 26.11.2007; опубл. 05.06.2007, Бюл. №19.
2. Патент № 91523 Україна, E21C50/00 E02F 3/88. Грунтозабірний пристрій / А.О. Бондаренко Є.С. Запара, В.П. Франчук (Україна) ; заявник і патентовласник Національний гірничий університет – № и 2007 05798; заявл. 24.05.2007 ; опубл. 10.08.2010, Бюл. №15.
3. Обоснование параметров грунтозаборного устройства землесосного снаряда с грунтовым насосом Гру 800-40 : отчет о НИР / Национальный горный университет (НГУ); рук. А.А. Бондаренко. – ГР 0108U004593. – Д., 2007.
4. Рабочий проект разработки Восточно-Бугского месторождения песков (участок 1): рабочий проект / Национальный горный университет (НГУ); рук. А.А. Бондаренко. – № ДР 0106U012638. – Д., 2006.

УДК 622.647.2

**ДИНАМИКА ПОВЕДЕНИЯ ТЯГОВОГО ОРГАНА ПРИ ВЗВЕШИВАНИИ
ГРУЗОПОТОКА НА ЛЕНТОЧНОМ КОНВЕЙЕРЕ
ПО ОКРУЖНОМУ УСИЛИЮ ПРИВОДА**

М.А. Дудко, кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
Днепропетровск, Украина

И.В. Вернер, заведующий лаборатории информационных технологий проектирования
кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
Днепропетровск, Украина, e-mail: ill3@mail.ru

Г.И. Саричева, студент группы АТММ-10-1

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
Днепропетровск, Украина

Аннотация. В работе рассмотрено влияние упругих свойств конвейерной ленты на процесс интегрирования по времени входной величины, являющейся функцией средней погонной нагрузки на конвейере и измеряемой по окружному усилию на приводном барабане. Установлено, что передаточное звено, которым является конвейерная лента, не вносит погрешности на подсчет количества материала, прошедшего через конвейер.

Ключевые слова: ленточный конвейер, конвейерная лента, погонная нагрузка на конвейере, окружное усилие привода, производительность грузопотока, взвешивание материала на конвейере, деформация ленты.

THE DYNAMICS OF THE PULLING UNIT FOR WEIGHING CARGO FLOW ON A CONVEYOR BELT BY A CIRCUMFERENTIAL FORCE ACTUATOR

M.A. Dudko, Ph.D., Associate Professor of Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

I. Verner, Head of informational technology design laboratory, Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: ill3@mail.ru

G.I. Sarycheva, Student of group ATMM-10-1
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. In this paper considered the influence of the elastic properties of the conveyor belt on the process of integration over time of the input variable, a function of the average load per unit length on the line and measured by circumferential stress on the drive drum.

Keywords: conveyor system, conveyor belt, linear load on the conveyor drive peripheral force.

Введение. Одним из основных видов транспорта в горнодобывающей промышленности является конвейерный транспорт. Пути повышения эффективности работы конвейерного транспорта связаны с автоматизацией ряда транспортных операций, причем ведущая роль в этом принадлежит средствам контроля производительности транспортируемых грузопотоков. Помимо измерения производительности и учета количества транспортируемого материала с помощью этих средств осуществляется предохранение устройств технологической цепи от перегрузок а также автоматическое дозирование материала.

Существующие средства учета производительности ленточных конвейеров удовлетворительно работают при сравнительно небольших скоростях движения ленты конвейера (не выше 2,5...3 м/с) и равномерных грузопотоках. При значительных скоростях ленты конвейера (6...8 м/с) и при транспортировании неравномерных крупнокусковых грузопотоков применение средств измерения производительности ленточных конвейеров, основанных на принципе взвешивания короткого грузового участка

ленты затруднительно из-за высокой динамичности взвешивающей системы и снижения собственных поперечных колебаний ленты.

Целью работы является оценка точности взвешивания массы материала, транспортируемого конвейером, по окружному усилию привода в зависимости от динамических свойств тягового органа конвейера (ленты конвейера).

Материал и результаты исследований. Основной метод решения поставленной задачи – определение погрешностей интегрирования функции количества материала, транспортируемого конвейером путем исследования математических моделей последовательно расположенных передаточных звеньев.

Окружное усилие привода ленточных конвейеров вычисляется по формуле

$$F_{\text{нс}} = S_{\text{нб}} - S_{\text{сб}} \quad (1)$$

где $S_{\text{нб}}$ – натяжение на набегающей на приводной барабан ветви конвейера; $S_{\text{сб}}$ – натяжение на сбегающей с приводного барабана ветви конвейера.

Масса материала на конвейере в данном случае определяется по формуле

$$G = kF_{\text{нс}}, \text{ где } k \text{ – коэффициент пропорциональности.}$$

Количество материала, прошедшего через конвейер за определенный промежуток времени t_1 и t_2 определяется выражением

$$M = \int_{t_1}^{t_2} qv dt,$$

где q – средняя погонная нагрузка материала на конвейере, $q = \frac{M_0}{l}$, где M_0 – масса материала на всей ленте конвейера; l – длина конвейера; v – скорость движения ленты конвейера.

Для ленточных конвейеров тяговым органом являются резинотканевые и резинотросовые ленты. В соответствии с работами [1,2] конвейерные ленты рассматриваются, как линейно-механические системы с бесконечно большим числом степеней свободы и при решении динамических задач ленту можно представить как упруго-вязкий стержень, математическая модель которого подчиняется гипотезе Фойгта-Кельвина, описываемая следующим уравнением

$$\sigma = E(\varepsilon + \mu \dot{\varepsilon}), \quad (2)$$

где σ – напряжение, возникающее в ленте; E – динамический модуль упругости ленты; ε – относительная деформация ленты; μ – коэффициент затухания, учитывающий внутреннее трение в ленте; $\dot{\varepsilon}$ – скорость изменения относительной деформации.

Уравнение, описывающее процесс деформации ленты, как упруго-вязкого тела с бесконечно большим числом степеней свободы имеет вид [1,2]

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - a^2 \left(1 + \mu_l \frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = G''(x, t) \quad (3)$$

где u – продольные упругие смещения рассматриваемого поперечного сечения ленты; x – координата, определяющая положение поперечного сечения ленты; $a = \sqrt{\frac{E_0}{q}}$ – скорость распространения волн упругих деформаций,

где E_0 – динамическая жесткость ленты; $q = q_l + q_z + q_p$ – суммарная погонная нагрузка на ленте, где q_l – погонная масса ленты; q_z – погонная масса груза на ленте; q_p – погонная масса вращающихся частей роликоопор; μ_l – коэффициент затухания, учитывающий внутреннее трение в ленте; $G''(x, t)$ – плотность распределения статических внешних продольных сил.

Рассмотрим процесс передачи информации конвейерной лентой о количестве поступающего, а затем и транспортируемого материала. Представим, что ленточный конвейер перемещает грузопоток с постоянной погонной нагрузкой. В этот период на счетное устройство измерения грузопотока передается неизменный сигнал, пропорциональный величине материала, находящегося на ленте. Теперь в какой-то момент времени материал поступает на ленту неравномерно. Очевидно и продольная деформация ленты также начинает изменяться. Так как скорость распространения волны деформации является величиной конечной, а сама лента обладает упругими и диссипативными средствами, то в данный момент поступления материала на конвейер имеет место несоответствия величины погонной нагрузки и передаваемой на счетное устройство измерительного устройства информации. По мере дальнейшего движения какого-то условно выбранного объема материала по конвейеру, несмотря на то, что распределение материала в этом объеме по длине неравномерное, продольное возмущение на ленту практически не изменяется и является установившемся. Из этого следует, что основное динамическое возмущение возникает в месте загрузки конвейера. Очевидно также, что динамическое возмущение имеет место и при сходе материала с конвейера, однако в этом случае упругие свойства ленты мало искажают достоверность информации о количестве материала вследствие того, что ленту в точке набегания на приводной барабан из-за большой приведенной к ободу барабана массы привода можно считать жестко закрепленной.

Следует отметить, что динамическую погрешность имеет смысл исследовать только для коротких конвейеров, у которых время присутствия

материала на конвейере незначительно и может быть соизмеримо с длительностью переходных процессов в ленте.

Согласно [3] наиболее типичное динамическое возмущение, вызываемое изменением линейной массы транспортируемого грузопотока на участке взвешивающей платформы скачкообразное, изменяющееся по линейному закону, а также определяемое гармоническим характером синусоидальной волны. В соответствии с этим принимаем допущение, что функция изменения погонной нагрузки поступающего на конвейер грузопотока является случайной функцией, а отдельные составляющие грузопотока изменяются по линейному, степенному, скачкообразному, а также гармоническому закону синусоидальной волны.

Вторым допущением является представление падающего на конвейер груза, как сосредоточенного продольного динамического возмущения, действующего на ленту в месте загрузки конвейера. Такое допущение правомочно, учитывая, что время действия сил трения и инерции на падающий груз значительно меньше времени движения этого груза по конвейеру.

Определяя динамическую погрешность интегрирования функции, характеризующей изменение производительности, будем рассматривать какой-то условно выбранный объем грузопотока с характерным законом изменения погонной нагрузки $q(t)$ в месте загрузки конвейера.

Для ленточных конвейеров тяговым органом являются резинотканевые и резинотросовые ленты. Вначале определим влияние конвейерной ленты, как передаточного звена, на точность измерения производительности по окружному усилию и интегрирования функции, характеризующей изменение производительности. При рассмотрении этого вопроса сделаем допущение, что процесс передачи информации элементами привода и первичным измерительным элементом безынерционен, а учитываются только упругие и диссипативные свойства ленты.

При выборе расчетной схемы учитываем, что для большинства ленточных конвейеров, эксплуатирующихся в настоящее время, приведенную к ободу барабана массу привода можно считать бесконечно большой по сравнению с массой остальных элементов конвейера. Учитывая эти обстоятельства расчетную схему можно представить, как упруго-вязкий стержень, который закреплен консольно (рис. 1,б) в месте расположения приводного барабана (рис. 1,а).

Дифференциальные уравнения движения поперечных сечений ленты в соответствии с расчетной схемой рис. 1 (б) имеют вид [2]

$$\frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} - a_1^2 \left(1 + \mu_l \frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} = G'_1(x, t); \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 u_2}{\partial t^2} - a_2^2 \left(1 + \mu_L \frac{\partial}{\partial t}\right) \frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2} = G'_2(x, t), \quad (5)$$

где u_1, u_2 – перемещения поперечного сечения ленты соответственно на грузной и холостой ветвях; a_1, a_2 – скорости распространения волн упругих деформаций соответственно на грузной и холостой ветвях; $G'_1(x, t), G'_2(x, t)$ – плотности распределения статических продольных внешних сил соответственно на грузной и холостой ветвях, а так как предполагается исследовать динамические процессы, то эти плотности условно считаем равными нулю и все дальнейшие рассуждения проводятся для случая нестационарного изменения погонной нагрузки.

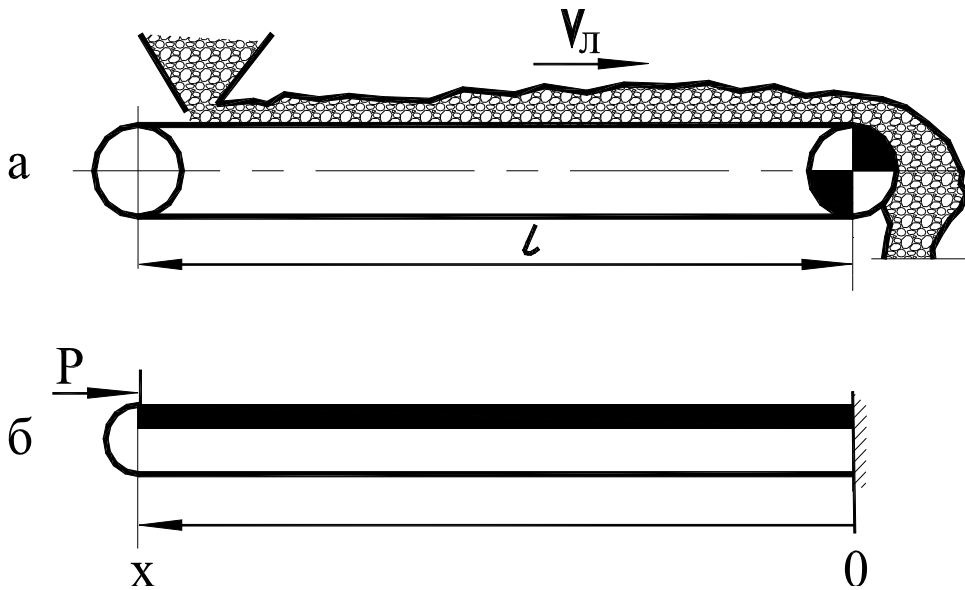


Рис. 1. Расчетная схема ленточных конвейеров для исследования динамических процессов в ленте

Граничные и начальные условия:

$$u_1(0, t) = u_2(0, t) = 0;$$

$$E_0 \frac{\partial u_1}{\partial t}(l, t) - E_0 \frac{\partial u_2}{\partial t}(l, t) = \delta q_{cp}(t) + \Delta q'(t);$$

$$u_1(l, t) = u_2(l, t);$$

$$u_1(x, 0) = u_2(x, 0);$$

$$\frac{\partial u_1(x, 0)}{\partial t} = \frac{\partial u_2(x, 0)}{\partial t},$$

где δ – постоянный коэффициент пропорциональности;

$q_{cp}(t) = \frac{1}{l} \int_0^l v(t) q(t) dt$ – функция изменения средней погонной нагрузки условно выбранного объема груза в месте загрузки конвейера; l – длина конвейера; $v(t)$ – функция изменения скорости движения лен-

ты во времени; $q(t)$ – функция изменения погонной нагрузки в месте загрузки конвейера; $+\Delta q'(t)$ – добавочное возмущение, вызываемое силами инерции и силами трения груза о ленту и борта загрузочного устройства и обусловленное различием скорости движения ленты и продольной составляющей скорости поступающего на конвейер груза. Согласно [4] это возмущение пропорционально производительности конвейера, т.е. $+\Delta q'(t) = +\Delta q'_0 + kQ(t)$, где $\Delta q'_0$ – возмущение, не зависящее от производительности; k – постоянный коэффициент пропорциональности; $Q(t)$ – функция изменения производительности конвейера во времени. Учитывая, что на приводе ленточных конвейеров, как правило, установлены асинхронные электродвигатели, то можно считать скорость движения ленты практически постоянной, тогда $\Delta q'(t) = \Delta q_0 + \delta_2 q(t)$, где δ_2 – постоянный коэффициент пропорциональности.

Решение однородных уравнений (4) и (5) находится методом разделения переменных (методом Фурье)

$$u(x, t) = X(x)T(t), (6)$$

где $X(x)$ – функция, зависящая только от x ; $T(t)$ – функция, зависящая только от t .

Подставляя значение (6) в (4) (5) и делая необходимые преобразования с учетом начальных и граничных условий, получаем решение дифференциальных уравнений (4) и (5) в общем виде

$$u_1(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_{n1} e^{-b_{n1}t} \text{Sin} \lambda_{n1} x \text{Sin}(a_1 \lambda_{n1} t + \gamma_{n1}) + x[\delta_{21} q'_{cp}(t) + \delta_{31} \Delta q_0 + \delta_{41} q(t)] \quad (7)$$

$$u_2(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_{n2} e^{-b_{n2}t} \text{Sin} \lambda_{n2} x \text{Sin}(a_2 \lambda_{n2} t + \gamma_{n2}) + x[\delta_{22} q'_{cp}(t) + \delta_{32} \Delta q_0 + \delta_{42} q(t)], \quad (8)$$

где n – порядок гармонической составляющей колебаний; A_n, γ_n – постоянные коэффициенты, соответствующие определенной гармонической составляющей и зависящие от начальных условий; λ_n – постоянная величина, называемая собственным и определяющая периодичность амплитуд колебаний по длине, а также их частоту во времени; $b_n = \frac{1}{2} \lambda_n^2 a^2 \mu_l$ – коэффициент, определяющий затухание колебаний в ленте; $\delta_{21}, \delta_{31}, \delta_{41}, \delta_{22}, \delta_{42}$ – постоянные коэффициенты пропорциональности, зависящие от конструктивных параметров конвейеров.

В рассматриваемых измерительных устройствах средняя погонная нагрузка транспортируемого материала измеряется по окружному усилию в соответствии с выражением (1)

$$q_{cp} = kF_{nc} = k(S_{нб} - S_{сб}), \quad (9)$$

$$\text{где } S_{нб} = E_o \frac{\partial u_1}{\partial x}; S_{сб} = E_o \frac{\partial u_2}{\partial x}.$$

Подставляя значения $S_{нб}$ и $S_{сб}$ в выражение (9) и с учетом значений (7) и (8), получаем

$$q_{cp} = kE_o [\sum_{n=1}^{\infty} A_{n1} \lambda_{n1} e^{-b_{n1}t} \sin(a_1 \lambda_{n1}t + \gamma_{n1}) - \sum_{n=1}^{\infty} A_{n2} \lambda_{n2} e^{-b_{n2}t} \sin(a_2 \lambda_{n2}t + \gamma_{n2}) + (\delta_{21} - \delta_{22})q'_{cp}(t) + (\delta_{31} - \delta_{32})\Delta q_0 + (\delta_{41} - \delta_{42})q(t)] \quad (10)$$

Суммарная масса груза, прошедшего через конвейер, подсчитывается интегратором в соответствии с формулой

$$G = \int_0^t v(t)q_{cp}(t)dt, \quad (11)$$

где t – время движения условно выбранного объема материала по конвейеру; $v(t)$ – скорость движения ленты конвейера.

Учитывая, что в рассматриваемом случае средняя погонная нагрузка измеряется по окружному усилию, выражение (11) принимает вид:

$$G = \int_0^t v(t) kE_o [\sum_{n=1}^{\infty} A_{n1} \lambda_{n1} e^{-b_{n1}t} \sin(a_1 \lambda_{n1}t + \gamma_{n1}) - \sum_{n=1}^{\infty} A_{n2} \lambda_{n2} e^{-b_{n2}t} \sin(a_2 \lambda_{n2}t + \gamma_{n2}) + (\delta_{21} - \delta_{22})q'_{cp}(t) + (\delta_{31} - \delta_{32})\Delta q_0 + (\delta_{41} - \delta_{42})q(t)] dt \quad (12)$$

В выражении (12) интеграл от первых двух слагаемых равен нулю, как интеграл от периодически убывающих функций. Интеграл от третьего слагаемого представляет собой массу условно выбранного объема материала, прошедшего через конвейер. Четвертое слагаемое можно не учитывать, так как эта составляющая не зависит от количества материала на конвейере и может быть скомпенсирована при холостом ходе конвейера. Интеграл от пятого слагаемого есть также масса условно выбранного объема материала, прошедшего за время загрузки на конвейер. Так как время загрузки рассматриваемой порции материала значительно меньше времени прохождения материала по конвейеру, то пятое слагаемое в выражении (12) значительно меньше третьего слагаемого и им можно пренебречь.

Вывод. При измерении массы материала на конвейере по окружному усилию привода передаточное звено, которым является конвейерная лента, не вносит погрешности на процесс интегрирования входной величины (подсчета суммарного количества материала прошедшего через конвейер).

ЛИТЕРАТУРА

1. Завгородний Е.Х. Исследование динамического модуля упругости конвейерных лент. – В кн.: Вопросы рудничного транспорта. М., 1962, вып. 6. – С. 36-43.

2. Завгородний Е.Х. К вопросу о динамических нагрузках конвейерных лент при неустановившемся движении конвейеров. - В кн. : Вопросы рудничного транспорта. М., 1962, вып. 6. – С. 24-36.

3. Карпин Е.Б. Средства автоматизации для измерения и дозирования массы. – М.: Машиностроение, 1971. – 469 с.

4. Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г. Расчет ленточных конвейеров для шахт и карьеров. – М.: МГИ, 1972. – 296 с.

УДК 539.4.012

О ВОЗМОЖНОСТЯХ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ДВУХФАЗНЫХ СМЕСЕЙ

В.Д. Кирнос, кандидат технических наук, доцент кафедры строительной, теоретической и прикладной механики

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, e-mail: lololo@ua.fm

Аннотация. В работе проведен анализ существующих способов измерения расхода жидких и двухфазных смесей при обогащении полезных ископаемых. Дана оценка эффективности их использования. Предложен метод измерения расхода двухфазных смесей, исключающий главные недостатки существующих.

Ключевые слова: двухфазная смесь, насос; гидротранспортная система, трубопровод, анемометр.

ON THE POSSIBILITIES OF CONTROLLING THE FLOW OF TWO-PHASE MIXTURES

V. Kirnos, Ph.D., Associate Professor, Department of Structural, Theoretical and Applied Mechanics

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: lololo@ua.fm

Abstract. The analysis of existing methods for measuring the flow of liquid and two-phase mixtures in mineral processing. Evaluate the effectiveness of their use. Proposed a method for measuring the flow of two-phase mixtures, excluding the major drawbacks of existing.

Keywords: two-phase mixture, pump, hydro-system, plumbing, anemometer.

Введение. На горнорудных предприятиях при обогащении руд, например железных, для перекачки пульпы (двухфазных смесей) в технологических линиях нашли широкое применение грунтовые насосы. При этом в процессе эксплуатации гидротранспортные системы должны иметь

стабильные технические характеристики, так как это прямо влияет на качественные показатели обогащения руд. Учитывая, что грунтовые насосы перекачивают пульпу, являющуюся абразивной средой, происходит постоянное изнашивание проточных частей насосов. Следствием этого является нарастающая потеря их производительности, а соответственно изменение технических характеристик гидротранспортных систем. Кроме того обогатительные комбинаты – крупнейшие потребители воды. Ее расход достигает здесь до 30 кубических метров на тонну концентрата. Технологическая вода обогатительных фабрик содержит растворенные и взвешенные вещества, количество которых достигает до 1000 мг/л. Поэтому она обладает высокой коррозионной активностью и абразивностью. Примерный состав взвешенных веществ в воде для обогатительных фабрик Кривбасса следующий: кварц – 30...40%, слоистые глинистые минералы – 25...30%, амфиболы – 15...20%, магнетит – 3...7%, агрегаты мелких частиц органического происхождения – 3...7%. Таким образом, техническая вода представляет двухфазную смесь.

На обогатительных фабриках, где для обогащения руд применена флотация, возможное уменьшение pH воды ниже 7,5 усиливает ее коррозионное действие на металлы. Все эти показатели технической воды приводят также к нарастающей потере производительности насосов для ее перекачки.

С целью поддержания качества обогащения руд надо оперативно производить регулирование технологических линий обогатительных фабрик. Следовательно, возникает необходимость в периодическом измерении производительности грунтовых насосов для перекачки пульпы и технической воды. Это достигается измерением расхода жидких смесей.

Цель работы. Анализ существующих методов контроля расхода двухфазных смесей и разработка метода контроля, исключающего недостатки существующих.

Материал и результаты исследований. В настоящее время существует множество методов для измерения расхода жидких сред. Основными из них являются: метод переменного перепада давления, электромагнитный, метод переменного уровня, ультразвуковой, обтекания, тахометрический, с внешним силовым воздействием, ядерно-магнитного резонанса.

Метод переменного перепада давления основан на измерении перепада давления, создаваемого с помощью сужающегося устройства, например диафрагмы [1]. Перепад давления через отборные устройства измеряется дифференциальным манометром и в виде электрического сигнала передается на вторичный прибор, градуированный в единицах расхода. Расходомеры, работающие на методе переменного перепада, не

имеют подвижных деталей, не требуют сложного обслуживания, надежны в работе. Данные приборы получили широкое распространение для измерения расхода воды и других жидкостей с неизменяющимися физическими свойствами благодаря своей универсальности и легкости серийного производства. Однако перечисленные свойства технологической воды железорудных фабрик, несомненно, сказываются на точности и надежности измерений ее расхода. В процессе эксплуатации таких расходомеров часто меняется профиль сужающего устройства, замена которого очень трудоемка. При этом отборные устройства засоряются шлаками, в первичных приборах часто выходят из строя мембранные блоки и изменяется их упругость. Для измерения расхода ферромагнитной пульпы метод переменного перепада давлений непригоден из-за повышенной абразивности и коррозионности по сравнению с технологической водой. Кроме того, при уменьшении пульпового потока или наличии препятствий она разделяется на плотный осадок и воду.

Электромагнитные расходомеры работают на принципе электромагнитной индукции [2]. Существует множество типов электромагнитных расходомеров, однако их применение ограничивается рядом причин:

- расход пульпы определяется при условии полного заполнения трубопровода;
- корпус прибора может влиять на устойчивость измерений, действуя как короткозамкнутый проводник, он также действует как экран против блуждающих токов от других носителей электрического тока, что вызывает необходимость его первоклассного заземления;
- устойчивость магнитного поля зависит от колебаний напряжения в питающей сети;
- износ или загрязнение электродов.

Ультразвуковые расходомеры. Принцип действия их основан на том, что скорость распространения ультразвуковых колебаний в среде, движущейся относительно стенок трубопровода, равна векторной сумме скорости ультразвука относительно среды и скорости самой среды относительно стенок [3]. Если установить в трубопровод два излучающих пьезоэлемента, один из которых излучает ультразвуковую волну по направлению потока, а другой – против него, то при движении потока возникает разность скорости прохождения волн по двум каналам, которая однозначно зависит от скорости потока. По этой разнице времени и определяется расход движущейся среды в трубопроводе. Положительным свойством таких расходомеров является их безконтактность измерения. К недостаткам следует отнести их чувствительность к различным факторам (содержание твердого в пульпе, пузырьков воздуха). Эти факторы существенно искажа-

ют характер распространения звука в контролируемой среде. Это приводит к увеличению дополнительных погрешностей прибора. К тому же, необходимо отметить сложность измерительной схемы ультразвуковых расходомеров.

Ядерно-магнитные расходомеры. Они работают на принципе ядерно-магнитного резонанса. Это – явление поглощения ядрами вещества, предварительно помещенного в магнитное поле, энергии электромагнитного поля. Поглощение энергии возможно при резонансе угловой частоты электромагнитного поля к лармовой. К достоинствам ядерно-магнитных расходомеров следует отнести: высокую чувствительность, отсутствие движущихся и выступающих внутрь трубопровода деталей преобразователя расхода, отсутствие чувствительности к перемене ориентировки трубопровода в пространстве, линейность шкалы. Главными недостатками их является отсутствие опыта промышленного применения и высокая стоимость. Все эти недостатки исключают их эффективное использование для данных целей.

Методы переменного уровня, обтекания, с внешним силовым взаимодействием и тахометрический, также не нашли своего применения для измерения двухкомпонентных смесей из-за наличия выступающих деталей.

Все недостатки существующих методов контроля расхода двухфазных смесей требуют нового метода контроля, исключающего недостатки существующих.

Предлагается метод измерения расхода двухфазных смесей косвенным способом. Суть данного вопроса можно пояснить на примере работы гидротранспортной системы, подающей слив рудоразмольной мельницы в технологическую линию. Гидротранспортная система состоит из рабочего зумпфа 3 с грунтовым насосом 1, нагнетательного трубопровода 5, пульподелителя 6, дополнительного трубопровода 7, резервного зумпфа 4, дополнительного насоса 2 с нагнетательным трубопроводом 8, измерительной трубы 9 и анемометра 10. Здесь измерительная труба 9 крепится вертикально в зумпфе 4 (рис. 1).

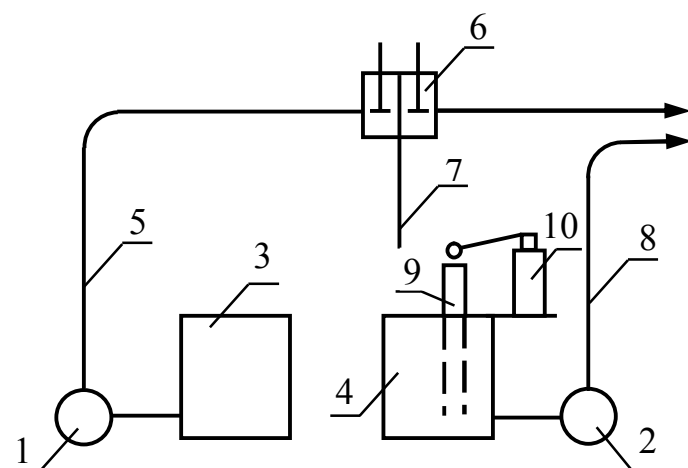


Рисунок 1 – Технологическая схема измерения расхода пульпы

В рабочем режиме слив мельницы поступает в зумпф 3, откуда насосом 1 подается в технологическую линию по трубопроводу 5 через пульподелитель 6. В режиме измерения производительности рабочего насоса 1 пульподелитель 6 отключает трубопровод 5 от технологической линии и переключает его на трубопровод 7. Пульпа поступает в резервный зумпф 4, одновременно заполняя его и измерительную трубу 9 по принципу сообщающихся сосудов. По мере заполнения пульпой зумпфа 4 из трубы 9 вытесняется находящийся там воздух. При этом скорость движения воздуха по трубе 9 соответствует скорости движения пульпы при заполнении зумпфа. Скорость вытесняемого воздуха измеряется с помощью анемометра 10, установленного на выходе из трубы 9. Производительность рабочего насоса 1 определяется по скорости движения вытесняемого воздуха:

$$Q = F \cdot V,$$

где V - скорость движения воздуха, F - площадь поперечного сечения резервного зумпфа.

После окончания замера трубопровод 9 пульподелителем 6 снова подключается к технологической линии и гидротранспортная система вводится в рабочий режим. Насос 2 откачивает пульпу из измерительного зумпфа 4 и через трубопровод 8 подает ее в технологическую линию. В качестве дополнительного насоса 2 можно использовать резервный.

Вывод. Таким образом, предлагаемый способ измерения позволяет в процессе работы насосной установки определять расход перекачиваемой смеси и соответственно оперативно корректировать параметры технологических процессов. Продолжительность замера не превышает 20 ... 30 секунд, поэтому такое кратковременное отключение нагнетательного трубо-

провода 5 от технологической линии не оказывает явного отрицательного влияния на ход технологического процесса.

Точность измерения расхода смесей данным способом была оценена на лабораторной экспериментальной установке. Сравнительный анализ результатов измерения предлагаемым способом и с помощью мерного бака показал, что различие между ними не превышает 5%.

Экономическая эффективность данного способа может быть определена повышением массовой доли железа в концентрате за счет поддержания рациональных параметров технологического процесса при их оперативном контроле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гейер В.Г. Гидравлика и гидропривод / [В.Г. Гейер, В.С. Дулин, А.Г. Боруменский, А.Н. Заря]. – М.: Недра, 1970. – 302 с.
2. Константинов Ю.М. Гидравлика /Ю.М. Константинов. – К.: Вища школа, 1981 – 360 с.
3. Ржевская Н.Д. О возможностях контроля циклов измельчения и классификации ультразвуковыми методами / Н.Д. Ржевская // Физические и химические процессы горного производства. – 1971. – С. 78 – 81.

УДК 537.528:537.529:622.233

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО МЕТОДА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ НЕГАБАРИТОВ ГОРНЫХ ПОРОД

А.А. Кладько, магистрант кафедры техники и электрофизики высоких напряжений, группа 4ТМ31

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия, e-mail: andkladd@mail.ru

Аннотация. Исследованы методы разрушения горных пород, оценка их экономической эффективности и экологической безопасности.

Ключевые слова: разрушение горных пород, экологическая безопасность, электроразрядное разрушение, негабарит.

PROSPECTS FOR THE USE OF AN PLASMA BLAST TECHNOLOGY FOR THE DESTRUCTION OF OVERSIZE ROCKS

A. Kladdko, Master of Department of High Voltage Engineering and Electrophysics, group 4ТМ31

National Research "Tomsk Polytechnic University", Tomsk, Russia, e-mail: andkladd@mail.ru

Abstract. The author has studied the methods of destruction of rocks, an assessment of their economic efficiency and environmental safety.

Keywords: destruction of rocks, environmental safety, plasma blast technology, oversize.

Введение. В связи со стремительно возрастающим ростом промышленного загрязнения окружающей среды, на сегодняшний день во всех областях народного хозяйства особую актуальность получило внедрение экологически чистых технологий. В условиях современного рынка, когда штрафы за загрязнение окружающей среды могут достигать достаточно больших сумм, применение экологичных технологий позволяет существенно снизить уровень производственных расходов. Во многих случаях им отдается предпочтение, даже если они проигрывают традиционным технологиям в эффективности, в особенности, если их применение снижает риск для обслуживающего персонала.

Цель работы. Анализ механического, взрывного, электрогидравлического и электроразрядного методов разрушения негабаритов горных пород. Краткий обзор достоинств и недостатков вышеперечисленных методов.

Материал и результаты исследований. Широко применяемыми способами разрушения негабаритов горных пород являются механический и взрывной методы. Примерно двадцать лет назад для этих целей в рамках исследовательских проектов начал использоваться электрогидравлический метод. В последствие - электроразрядный метод, возникший на его основе.

Механический способ разрушения безопасен для персонала и окружающей среды. В случае разрушения прочных горных пород, механический метод не эффективен в связи с высокой скоростью износа рабочих поверхностей инструмента. Проведенные расчеты показывают, что сроки окупаемости установки для электроразрядного разрушения меньше чем для оборудования реализующего механическое разрушение, обладающего аналогичной производительностью.

Взрывной способ является самым распространённым в промышленных условиях, что обусловлено его простотой и высокой производительностью. Он позволяет разрушать объекты, обладающие практически любой прочностью и габаритами. Максимальный эффект достигается при использовании шпуровых зарядов, применение которых дает возможность существенно снизить расход взрывчатых веществ и увеличить коэффициент полезного действия по сравнению с использованием накладных зарядов [1,2]. Недостатки метода связаны с воздействием продуктов взрыва на

окружающую среду, образование при взрыве осколков, при разлёте способных повреждать окружающие объекты и как следствие требование обеспечения протяженной охранной зоны при производстве взрывных работ, наличие ударных волн. Для четкой организации работ необходим высокий уровень квалификации персонала, проводящего подрыв, согласование с Ростехнадзором.

Сущность электрогидравлического разрушения в том, что при реализации внутри объёма жидкости, специально сформированного импульсного электрического разряда, вокруг зоны его образования возникают сверхвысокие гидравлические давления, способные совершать полезную механическую работу [3,4,5]. В пробуренный в объекте разрушения шпур (отверстие цилиндрической формы диаметром до 75 мм и длиной до 5 метров, пробуренное в породе и предназначенное для размещения заряда взрывчатого вещества) глубиной тридцать – сорок сантиметров заливается вода либо впрыскивается гелеобразная паста, вводится электродная система, на которую подается энергия, запасенная в батарее конденсаторов генератора импульсного тока (ГИТ). В результате возникает система радиальных трещин, которые приводят к разрушению объекта воздействия. Электрогидравлический метод разрушения имеет меньшую стоимость в сравнение с взрывным. Например, для разрушения гранитного валуна объёмом до полутора кубических метров необходимо затратить примерно 0,05 кВт-час электроэнергии [1,2].

Аналоги установок, реализующих данный способ разрушения, немногочисленны. Мобильные установки монтируются на шасси грузовых автомобилей или прицепах - ЭГВ-установки типа «Импульс-2», «Импульс-5», «Базальт-1», «УЭМ-200». Мобильность установки понижается при наращивании величины энергии, запасаемой в батарее конденсаторов. Слабое распространение электрогидравлического метода разрушения негабаритов горных пород отчасти обусловлено недостаточным продвижением технологии электроразрядного разрушения в профессиональной среде. Но, конечно, есть и ряд существенных недостатков метода. Сложности возникают на этапе заливки воды в пробуренные шпуры. Очевидно, что шпуры должны быть пробурены в вертикальной плоскости. При разрушении негабаритов, желательно располагать шпуры таким образом, чтобы разрушение было достигнуто после первого срабатывания установки. Это, в свою очередь, требует бурения шпуров как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Проблема решается путем герметизации шпура, что существенно снижает производительность процесса разрушения. Выходом из этой ситуации может стать применение электроразрядного разрушения негабаритов с использованием сменных картриджей.

В случае электроразрядного метода разрушения, используется волновая динамика, т.е. работу совершает ударная волна, распространяющаяся в материале и отражающаяся от свободных поверхностей. Экспериментальная установка, реализующая данный метод была собрана сотрудниками кафедры техники и электрофизики высоких напряжений Национального исследовательского Томского политехнического университета [6].

В данной установке в качестве предающей среды используется картридж из пластического материала, обладающего высокой акустической жесткостью. Наряду с решением проблемы пространственного расположения шпуров, повышается эффективность разрушения [6]. В ходе экспериментов, проведенных на данной установке, было установлено, что используемая электродная система не является надежной и разрушается после нескольких разрядок. Её усовершенствование, в частности поиск оптимальной формы и материала изолятора и картриджа электродной системы является задачей, требующей дальнейшего разрешения. Разработка многоэлектродной системы позволит минимизировать эксплуатационные затраты и сделать процесс разрушения более эффективным. Данная установка обеспечивает безразлетное разрушение объектов. Данный способ является безопасным с экологической точки зрения.

Вывод. Электроразрядные установки для разрушения негабаритов горных пород являются экологически чистыми, высокопроизводительными и экономически эффективными. Установка, разработанная сотрудниками кафедры ТЭВН НИ ТПУ, обладая вышеуказанными достоинствами, имеет и существенные недостатки, такие как недостаточная мобильность и малая прочность существующей электродной системы. Её дальнейшая модернизация позволит частично решить данные проблемы и сделать установку более конкурентоспособной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нееветойков Г.А., Черняк В. П. и др. Разрушение скальных пород электровзрывным способом // Автодорожник Украины: Научно – технический сборник, 1972.-№4. - С. 33-34.
2. Кутузов Б. Н. Взрывное и механическое разрушение горных пород. М.: Недра, 1973. – С. 311.
3. Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект. М.; Л.: Машгиз, 1955. 52 с.
4. А. с. 105011 (СССР). Способ получения высоких и сверхвысоких давлений/Л. А. Юткин, Л. И. Гольцова.- Заявл. 15.04.50, № 416898 Оpubл. В Б. И., 1957, № 1.
5. Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. – 253 с.
6. Иванов Н. А., Пивоваров М. И., Войтенко Н. В., Юдин А.С. Шпуровое разрушение горных пород и бетона // Известия ТПУ. 2012. - №2. – С. 136-140.

УДК 621. 926. 22

УЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКЕ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ФЕРРОМАТЕРИАЛОВ

Ж.И. Кузбаков, кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлургия» РГП на ПХВ «Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова», г. Актобе, Республика Казахстан, E-mail: agu_metallurgy@mail.ru

Аннотация. Причинами недостаточно эффективной работы щековых дробилок при измельчении высокопрочных материалов является недостаточный учет переходных процессов.

Исследование переходных процессов производственных машин имеет большое практическое значение. В щековой дробилке переходные процессы зависят от скорости исполнительного механизма и времени его работы и угла поворота эксцентрикового вала.

В статье рассмотрено воздействие на систему электропривода дробильной машины нагрузок, изменяющихся во времени.

На основе решения системы дифференциальных уравнений движения, полученные расчетные формулы позволяют провести исследования переходных процессов в системе электропривода, изменяющихся во времени.

Исследования показали, что характер изменения нагрузок мало влияет на динамику переходных процессов. Расчеты показали, что на динамику переходных процессов значительное влияние оказывает интенсивность нарастания нагрузок.

Для снижения интенсивности нарастания нагрузок предложено изменить параметры дробильной камеры дробильной машины. На новую конструкцию дробильной машины получены патенты республик Казахстан и Украины.

Ключевые слова: интенсивность нарастания нагрузки, динамичность, переходной процесс, перепад скорости, момент двигателя, дробильная камера.

ACCOUNTING OF TRANSIENTS IN A JAW CRUSHER IN THE GRINDING FERROS PROCESS

G. Kuzbakov, PhD, Associate Professor, Department of Metallurgy Aktobe Regional State University K. Zhubanova, Aktobe city, Kazakhstan, E-mail: agu_metallurgy@mail.ru

Abstract. The article considers the impact on electrical systems crusher loads of time-varying. Research has shown that the character of load variation has little effect on the dynamics of transient processes. Calculations showed that the dynamics of transient processes are strongly influenced by the intensity of the load growth.

Keywords: intensity of the growth of load, dynamics, transient process, speed difference, engine torque, crushing chamber.

Введение. Исследование переходных режимов производственных машин имеет большое практическое значение [1].

Переходные процессы, в зависимости от динамических свойств системы, ее параметров, характера нагрузки, управляющих воздействий могут отличаться длительностью, максимальными нагрузками, потреблением и потерями энергии [2, 8].

Формирование оптимальных переходных процессов с показателями, удовлетворяющим требованиям технологического процесса, является одной из важнейших задач при разработке системы электропривода щековой дробилки. При дроблении высокопрочных материалов, критериями оптимального переходного процесса в щековой дробилке могут быть минимальные энергетические потери, минимальные колебательные механические нагрузки [2, 3], минимальные динамические нагрузки, обеспечивающие долговременную надежную работу машины [5, 6, 7, 8, 9].

Одной из причин недостаточно эффективной работы щековых дробилок при использовании их для тяжелых режимов работы, например, при дроблении ферроматериалов, является недостаточная изученность и учет переходных процессов [9, 10].

Материал и результаты исследований. Характер переходных процессов и способы, снижающие их влияние, приведены в работе [4]. В щековой дробилке переходные процессы зависят от скорости, времени и угла поворота эксцентрикового вала. В настоящей работе рассмотрено воздействие на систему электропривода нагрузок, изменяющихся во времени, т.е.

$$M_c(t) = M_c^0 \left(1 - e^{-\frac{t}{A}} \right); \quad (1)$$

В этом случае движение электропривода описывается системой дифференциальных уравнений [2].

$$T_s \dot{M}_d + M_d + \beta \omega = M_0; \quad (2)$$

$$J_0 \dot{\omega} - M_d = -M_c(t). \quad (3)$$

Тогда для случая (1) получаем следующие решения:

$$\begin{aligned} \omega(t) = & \frac{1}{\beta} \left[\Delta M + \frac{M_c^0 (1 - \delta) \exp(1 - t/A)}{m\delta - m + 1} + \exp\left(-\frac{t}{2T_s}\right) \times \right. \\ & \times \left. \left[\omega(0) - \frac{\Delta M}{\beta} - \frac{M_c^0 (1 - \delta)}{\beta(m\delta - m + 1)} \right] \right] \cos \lambda_1 t + \frac{1}{\sqrt{4n - 1}} \times \\ & \times \left[2T_s \dot{\omega}(0) + \omega(0) - \frac{\Delta M}{\beta} + \frac{M_c^0 (2 - \delta)(1 - \delta)}{\beta(m\delta - m + 1)} \right] \sin \lambda_1 t; \end{aligned} \quad (4)$$

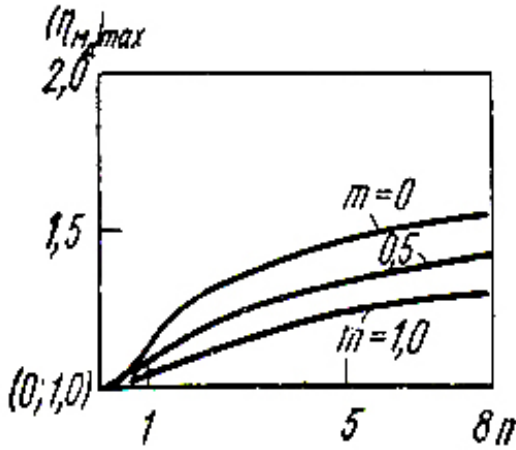


Рис. 1. Динамический перепад скорости ротора двигателя при нарастании нагрузки

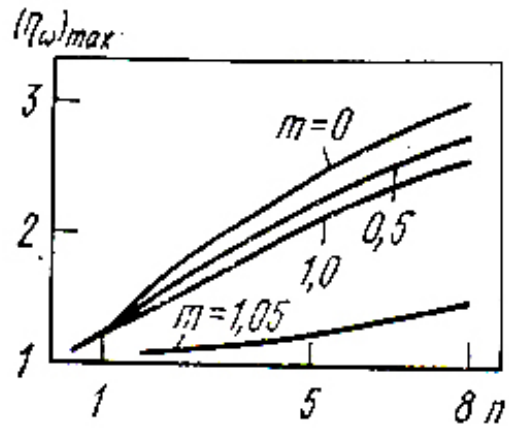


Рис. 2. Динамичность момента двигателя в переходном процессе при нарастании нагрузки

$$\begin{aligned}
 M_D(t) = & M_c^0 \left(1 + \frac{\exp(-t/A)}{m\delta - m + 1} \right) + \exp\left(-\frac{t}{2T_g}\right) \times \\
 & \times \left\{ \left[M_D(0) - M_c^0 \frac{m\delta - m - 2}{m\delta - m + 1} \right] \cos \lambda_1 t + \frac{1}{\sqrt{4n - 1}} \times \right. \\
 & \times \left. \left[2T_g \dot{M}_D(0) + M_D(0) - \frac{M_c^0(1 - \delta)(2 - m)}{m\delta - m + 1} \right] \sin \lambda_1 t \right\}, \tag{5}
 \end{aligned}$$

где:

$$\Delta M = M_0 - M_c^0; \quad \lambda_1 = \frac{1}{2T_g} \sqrt{4n - 1}; \quad T_g / A = \delta; \quad T_M / A = m;$$

$$T_g / T_M = n;$$

Начальные условия $\omega(0)$, $M_D(0)$ соответствуют состоянию электропривода в момент времени $t = 0$, а $\dot{\omega}(0)$, $\dot{M}_D(0)$ находятся на основе заданных начальных условий $\dot{\omega}(0)$, $\dot{M}_D(0)$ и системы уравнений (2) и (3), описывающих динамику электропривода.

Для случая (4) решение, соответствующее интервалу $0 < t \leq T$, будет таим:

$$\begin{aligned}
 M_D(t) = & M_c^0 \left(\frac{t}{T} - \tau_1 \right) + \exp\left(-\frac{t}{2T_g}\right) \times \left\{ \left[M_D(0) + M_c^0 \tau_1 \right] \cos \lambda_1 t + \right. \\
 & \left. + \left[2T_g \dot{M}_D(0) + M_D(0) + M_c^0(\tau_1 - 2\tau_2) \right] \left(\sqrt{4 - 1} \right) \sin \lambda_1 t \right\}. \tag{6}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega(t) = & \frac{M_0 - \tau_2 M_c^0}{\beta} - \frac{M_c^0}{\beta} \left(\frac{1}{T} - \tau_1 \right) + \exp\left(-\frac{1}{2T_9}\right) \times \\ & \times \left\{ \left[\omega(0) - \frac{M_0 - \tau_2 M_c^0}{\beta} - \frac{M_c^0}{\beta} \tau_1 \right] \cos \lambda_1 t + \left[2T_9 \dot{\omega}(0) + \right. \right. \\ & \left. \left. + \omega(0) - \frac{M_0 - \tau_2 M_c^0}{\beta} - \frac{M_c^0}{\beta} (1 - 2n) \tau_1 \right] \sqrt{(4n - 1)^{-1}} \sin \lambda_1 t \right\} \end{aligned} \quad (7)$$

где $\tau_1 = T_M / T$, $\tau_2 = T_9 / T$, $n = T_9 / T_M$.

Для построения решения на интервале $t > T$ при помощи выражения (7) определяем численные значения для M_D , \dot{M}_D , ω , $\dot{\omega}$ в момент времени $t = T$, которые в дальнейшем обозначим $M_D(T)$, $\dot{M}_D(T)$, $\omega(T)$, $\dot{\omega}(T)$.

Значения для $\dot{M}_D(T)$, $\dot{\omega}(T)$ можно определить из следующих выражений:

$$\begin{aligned} \dot{M}_D(T) = & \frac{M_c^0}{T} - \exp\left(-\frac{T}{2T_9}\right) \left\{ \frac{M_c^0}{2T_9} \left[\frac{\tau_1 - 2\tau_2}{(\sqrt{4n - 1})\tau_1} + (\sqrt{4n - 1})\tau_1 \right] \times \right. \\ & \left. \times \sin \lambda_1 T + \frac{M_c^0 \tau_2}{T_9} \cos \lambda_1 T \right\}; \end{aligned} \quad (8)$$

$$\dot{\omega}(T) = -\frac{M_c^0}{T_9} - \exp\left(-\frac{T}{2T_9}\right) \left\{ \frac{M_c^0 n (2\tau_2 - \tau_1)}{\beta T_9 \sqrt{4n - 1}} \sin \lambda_1 T - \frac{M_c^0}{\beta T_9} \cos \lambda_1 T \right\}. \quad (9)$$

После этого для $\omega(t)$ и $M_D(t)$ на интервале $t > T$ получаем

$$\begin{aligned} M_D(t) = & \frac{1}{\lambda_1} \exp\left(\frac{T - t}{2T_9}\right) \left\{ \left[\left(M_D(T) \right) - M_c^0 \right] \lambda_1 \cos \lambda_1 T - \frac{1}{2T_9} \sin \lambda_1 T \right\} - \\ & - \dot{M}_D(T) \sin \lambda_1 T \cos \lambda_1 t + \left[\dot{M}_D(T) \cos \lambda_1 T + \left(M_D(T) \right) - M_c^0 \right] \times \\ & \times \left(\frac{1}{2T_9} \cos \lambda_1 T + \lambda_1 \sin \lambda_1 T \right) + M_c^0; \end{aligned} \quad (10)$$

$$\omega(t) = \frac{1}{\lambda_1} \exp\left(\frac{T-t}{2T_s}\right) \left\{ \left[\left(\omega(T) - \frac{\Delta M}{\beta} \right) \left(\lambda_1 \cos \lambda_1 T - \frac{1}{2T_s} \sin \lambda_1 T \right) - \dot{\omega}(T) \sin \lambda_1 T \right] \cos \lambda_1 t + \left[\dot{\omega}(T) \cos \lambda_1 T + \left(\omega(T) - \frac{\Delta M}{\beta} \right) \times \left(\frac{1}{2T_s} \cos \lambda_1 T + \lambda_1 \sin \lambda_1 T \right) \right] \sin \lambda_1 t \right\} + \frac{\Delta M}{\beta}. \quad (11)$$

Приведенные выше расчетные формулы, позволяют провести исследование переходных процессов в электродвигателе при действии на систему нагрузок изменяющихся во времени.

Предположим, что на систему привода будет воздействовать нагрузка вида (1). Параметры, характеризующие интенсивность нарастания технологической нагрузки, такие как: $A=0,01$ с, $T=0,05$ с, $b=400$ с⁻², $\omega_0=10\pi$ с⁻¹.

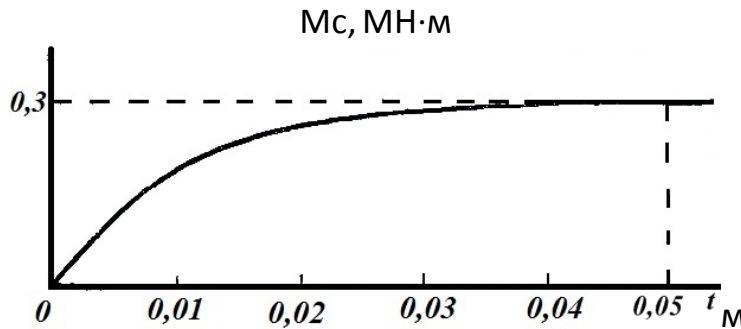


Рисунок 3 – Характер изменения технологической нагрузки M_{∂} , МНм

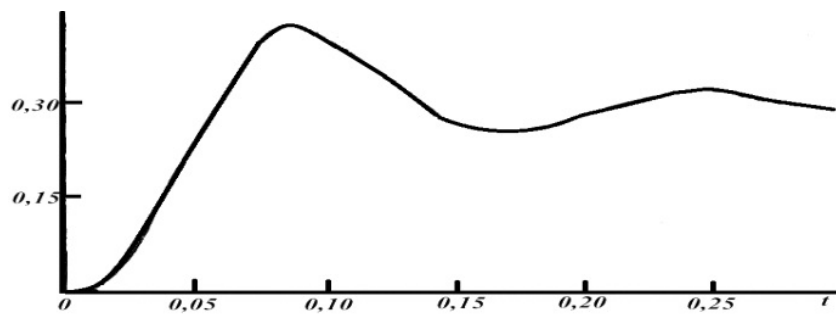


Рисунок 4 – Влияние характера нарастания нагрузки на изменение момента двигателя

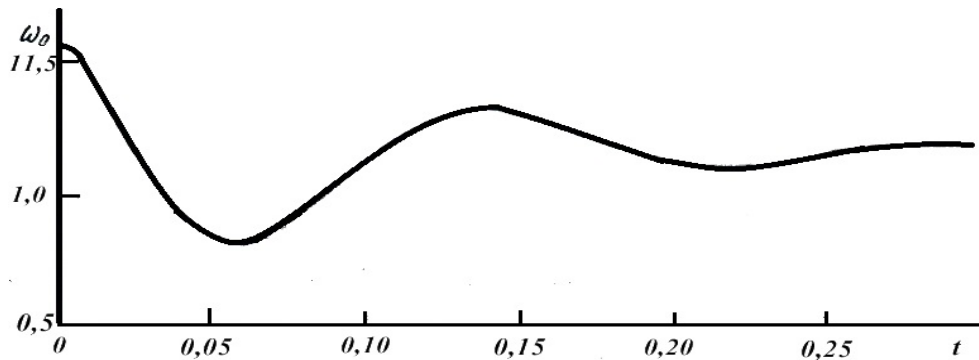


Рисунок 5 – Изменение скорости при нарастании нагрузки

При заданных параметрах характер нарастания нагрузок определяется зависимостью, представленной на рис. 3. Параметры интенсивности A , T , b , ω_0 таковы, что при $t = 0,05$ с достигается установившееся значение $M_c^0 = 0,3 \cdot \text{МН} \cdot \text{м}$.

Воспользуемся приведенными выше решениями и определим характер изменения момента двигателя (M_D) и скорости (ω) в переходном процессе. Приложение технологической нагрузки происходит в установившемся режиме холостого хода и начальные условия для системы уравнений (2) заданы так:

$$M_D(0) = 0, \omega(0) = \omega_0 = 1,56 \text{ с}^{-1}.$$

Вывод. На рис. 4 и 5 приведен характер изменения M_D и ω в переходном процессе при нарастании нагрузки, из которого следует, что характер изменения ее во времени существенно не влияет на динамику переходных процессов. Расчеты показывают, что более существенное влияние на динамичность переходных процессов будет оказывать интенсивность нарастания нагрузок, определяемая значениями параметров A , T , b , ω и безразмерный параметр n , характеризующий отношение электромагнитной постоянной времени двигателя к электромеханической постоянной времени привода.

На практике это означает что интенсивность нарастания нагрузок в переходном процессе, зависящих от времени, проявляется по мере опускания материала из верхней зоны в нижнюю зону дробильной камеры, так как общая масса материала в нижней зоне гораздо больше, чем в верхней. Кроме того, в нижнюю часть дробильной камеры попадают более прочные куски материала. Все это значительно повышает нагрузку на нижнюю часть дробильной камеры, т. е. по всей высоте рабочего пространства дробилки нагрузка распределена неравномерно. Снизить нагрузку на нижнюю часть дробильной камеры и более равномерно распределить ее, можно изменив параметры самой дробильной камеры, т. е. конструкцию дробящих плит. Процесс дробления необходимо регулиро-

вать, это особенно важно при дроблении высокопрочных ферроматериалов.

На конструкцию щековой дробилки, учитывающую, в том числе и вышеуказанный фактор, получены патенты Республики Казахстан и Украины [11, 12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванченко Ф.К., Красношапка В.А. Динамика металлургических машин. – М: Металлургия, 1983. – с. 295.
2. Фотиев М. М. Электропривод и электрооборудование металлургических цехов. М.: Металлургия, 1990. С. 352.
3. Голубенцев А. Н. Системы с наименьшим коэффициентом динамичности в переходном процессе. /Сб. «Динамика машин». М.: Машиностроение. 1966.
4. Кузбаков Ж.И. Выбор электродвигателя щековой дробилки с учетом переходных процессов при измельчении высокопрочных материалов. /Материалы Международной Научно-практической конференции «Научно – технический прогресс: техника, технологии и образование» (Актобе, 25–26 июня 2010. С. 11–117.
5. Кузбаков Ж.И. Динамические нагрузки и колебания привода щековой дробилки при переходных процессах. / Материалы международной практической конференции, Актобе, 22-23 апреля 2009 г. С. 211-217.
6. Косарев А. И., Овчаренко Н.В. Энергетические потери в щековых дробилках. // Тр. ВНИИстройдормаша. 1977 г. № 77. С. 21-25.
7. Кузбаков Ж.И. Определение нагрузки в распорной плите щековой дробилки с учетом переходных процессов. // Технология производства металлов и вторичных материалов. Республиканский научный журнал. Карагандинский государственный индустриальный университет. Темиртау, 2009 г. С. 251-258.
8. Кузбаков Ж. И. Анализ пуска электропривода щековой дробилки с учетом переходных процессов. /Материалы XIV Международной научной конференции. Современные проблемы электрометаллургии стали. Челябинск, сентябрь 2010 г. С. 234-240.
9. Соколов М. М., Петров Л. П., Масандилов Л.Б., Ладензон В.А. Электромагнитные переходные процессы в асинхронном электроприводе. М.: Энергия, 1967 г. С. 240.
10. Соколовский В. И., Казак С. А., Кирпичников Б. М., Составов М. И. Динамика крупных машин. М.: Машиностроение, 1969 г. С. 512.
11. Щековая дробилка. Решение от 08.12. 2010. №12–3/4373 о выдаче патента № 2010/071.2 на полезную модель. Авторы Кузбаков Ж. И., Франчук В. П., Федоскин В. А.
12. Патент Украины № 11 201002619 «Щокова дробарка. Решение от 14. 06. 2011. № 150096/3А/11. Авторы Франчук В. П., Кузбаков Ж. И., Федоскин В. А.

УДК 621.926.22

СНИЖЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА СТАНИНУ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ ПРИ ДРОБЛЕНИИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ж.И. Кузбаков, кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлургия» РГП на ПХВ «Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова», г. Актобе, Республика Казахстан, E-mail: agu_metallurgy@mail.ru

Аннотация. Для снижения уровня динамических нагрузок на станину щековой дробилки от нагрузок колебательного характера предлагается уменьшить жесткость станины путем установки резиновой прокладки между станиной и фундаментом.

Ключевые слова: циклическое нагружение, перегрузка, усталостное разрушение, динамическая нагрузка, колебание, момент дробления, эксцентриковый вал, деформация, упругость, возмущения, удар.

REDUCING OF DYNAMIC LOADS ON THE FRAME OF A JAW CRUSHER AT CRUSHING MATERIALS WITH HIGH STRENGTH

G. Kuzbakov, PhD, Associate Professor, Department of Metallurgy Aktobe Regional State University K.Zhubanova, Aktobe city, Kazakhstan, e-mail: agu_metallurgy@mail.ru

Abstract. To reduce the vibrational dynamic loads on the frame of jaw crusher proposed to reduce the stiffness of the frame by installing a rubber gasket between the frame and the foundation.

Keywords: cyclic loading, overload, fatigue failure, dynamic load, oscillation, time of crushing, the eccentric shaft, deformation, elasticity, perturbation, impact load.

Введение. Щековые дробилки относятся к машинам циклического нагружения. Эти нагрузки, особенно при дроблении прочных слитков металла, нередко бывают близки к ударному, что приводит к возникновению в них больших динамических нагрузок. Уровень динамических нагрузок колебательного характера в этих машинах очень высок, что приводит к различным разрушениям и поломкам.

Причинами являются перегрузки, усталостные разрушения от периодического действия динамических нагрузок, которые в 2,5-3 раза превышают технологические нагрузки [1]. Сведения о характере нагружения и условиях эксплуатации этих машин, используемых в ферросплавном производстве, приведены в работе [2].

Материал и результаты исследований. Известно, что во многих машинах основными нагрузками определяющими прочность и долговеч-

ность, являются динамические нагрузки колебательного характера. Опасные колебания могут возникать как при неустановившемся (переходном процессе), так и при установившемся движении.

Так, например, момент дробления, действующий на подвижную и неподвижную щеки при захвате металлического слитка дробящими плитами, является нелинейной функцией угла поворота эксцентрикового вала щековой дробилки и зависит от деформации станины и щек. При дроблении этого слитка в станине дробилки могут возбуждаться продольные и крутильные колебания. Устойчивые колебания дробильной машины могут являться причиной усталостного разрушения станины и фундамента.

Расчетная схема механической системы щековой дробилки, учитывающая упругость станины, в которой при наличии внешних возмущений могут возбуждаться крутильные и продольные колебания, представлена на рис. 1.

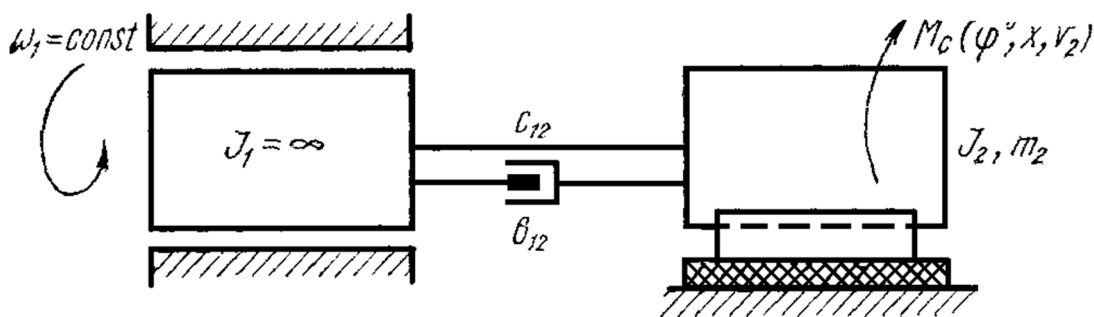


Рисунок 1 – Расчетная схема щековой дробилки при учете упругости станины.

Момент сил трения нелинейно зависит от скорости перемещения x эксцентрикового вала

$$M_c = M_c^0 - m_0 (\alpha_1 v - \alpha_2 v^2 - \alpha_3 v^3), \quad (1)$$

где $M_c^0 = m_0 \alpha_0$ начальное значение момента сил трения; $\alpha_i (i = 0, 1, 2, 3)$ – постоянные коэффициенты, зависящие от условий работы трущихся поверхностей.

Зависимость для момента дробления может быть определена по формуле

$$M_d = P_c v r^2 (\phi_0 - \phi + \phi_m) (\phi_0 - \phi + \phi_m) = P r (\phi_0 - \phi + \phi_m) \quad (2)$$

где P_c – среднее давление слитка на дробящие плиты; v – ширина слитка; r – радиус рифлений плит (продольный профиль); P – усилие дробления;

ϕ – угол поворота эксцентрикового вала; ϕ_0 и ϕ_m – начальное и текущее значение угла встречи металлического слитка дробящими плитами:

$$\phi_0 = \sqrt{\frac{H - x_0}{r}}; \quad \phi_m = \sqrt{\frac{(H - x_0) - x}{r}}, \quad (3)$$

где H — толщина слитка; x_0, x — начальное расстояние между плитами и увеличение этого расстояния.

Текущее значение угла встречи металла с плитами можно приблизительно определить:

$$\phi_m \approx \phi_0 \left[1 - \frac{x}{2(H - x_0)} \right] = \phi_0 (1 - sx). \quad (4)$$

С учетом (1), (2), (3) и (4) можно записать дифференциальные уравнения продольно-крутильных колебаний в системе (рис. 1):

$$\left. \begin{aligned} m_2 \ddot{x} + kx &= P(\phi - sx); \\ J_2 \ddot{\theta} + h_{12} \dot{\theta} + c_{12} \theta &= -2P_0 r (\phi - sx) \left[\frac{1}{2} (\phi - sx - \phi) + a'_0 - a'_0 \dot{\theta} - a'_2 \theta^2 + a'_3 \theta^3 \right] \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где $a'_0 = T_0 - T_1 \omega_1 - T_2 \omega_1^2 + T_3 \omega_1^3$;

$$a'_1 = T_1 + 2T_2 \omega_1 - 3T_3 \omega_1^2$$

$$a'_2 = 3\omega_1 T_3 - T_2; \quad a'_3 = T_3; \quad T_i = a_i r^i \quad (i = 0, 1, 2, 3);$$

$p_0 = p_c \nu r$; θ — деформация сдвига при крутильном колебании;

p — частота колебаний.

В уравнениях (5) величину ϕ считаем постоянным параметром, который может принимать ряд последовательных значений $0 \leq \phi \leq \phi_y$.

Первоначальный захват плоского слитка металла дробящими плитами сопровождается ударом, эта масса при возникновении колебаний имеет какую-то начальную скорость v_0 . Тогда решение первого уравнения (5) при начальных условиях $x(0) = 0, \dot{x}(0) = v_0$ имеет вид

$$x(t) = d_1 + d_2 \sin(\lambda t + \beta), \quad (6)$$

$$\text{где } d_1 = \frac{P_0 \phi}{K + p_0 s}, \quad d_2 = \sqrt{d_1^2 + \left(\frac{v_0}{\lambda} \right)^2};$$

$$\operatorname{tg} \beta = -\frac{d_1 \lambda}{v_0}, \quad \lambda = \sqrt{\frac{K + p_0 s}{m_2}}.$$

Подставим решение (6) во второе уравнение системы (5).

$$\ddot{\theta} + p^2 \theta = C_0 + C_1 \sin(\lambda t + \beta) + \left\{ 2n a'_1 \left[m - s d_2 \sin(\lambda t + \beta) - \frac{h_{12}}{J_2} \right] \right\} \times$$

$$\theta - 2n(m - s d_2 \sin(\lambda t + \beta)) (a'_2 + a'_3 \dot{\theta}) \dot{\theta}^2,$$

$$\text{где } C_0 = n[(\phi_0 + 2a'_0)m - \beta \phi^2]; \quad C_1 = n s (\phi_0 + 2a'_0);$$

$$m = \phi - s d_1; \quad n = p_0 r / J_2; \quad p^2 = C_{12} / J_2.$$

В уравнении (7) опущены члены, содержащие величины $s^2 \left(d_1^2 + \frac{1}{2} d_2^2 \right)$, $2s^2 d_1 d_2$, поскольку эти величины по модулю намного меньше остальных членов дифференциального уравнения.

Рассмотрим нерезонансный случай, т. е. $p \neq \frac{r}{q} \lambda$.

Воспользуемся заменой переменной

$$\theta = \gamma - \frac{C_0}{p^2} + \frac{C_1}{p^2 - \lambda^2} \sin(\lambda t + \beta). \quad (8)$$

Приведем уравнение (7) к виду

$$\ddot{\gamma} + p^2 \gamma = \left\{ 2na'_1 [m - s d_2 \sin(\lambda t + \beta)] - \frac{h_{12}}{J_2} \right\} \times [\dot{\gamma} + h \lambda \cos(\lambda t + \beta)] - 2[m - s d_2 \sin(\lambda t + \beta)] \times n \{ a'_2 + a'_3 [\dot{\gamma} + h \lambda \cos(\lambda t + \beta)] \} [\dot{\gamma} + h \lambda \cos(\lambda t + \beta)]^2, \quad (9)$$

$$\text{где } h = C_1 / (p^2 \lambda^2).$$

(10)

В предположении малости правой части уравнения (9), используя следующие формулы первого приближенного вида [1]

$$\frac{dA}{dt} = \varepsilon C_1(A), \quad \frac{d\psi}{dt} = p + \varepsilon v, (A) \quad (10^a)$$

где A - амплитуда, ψ - фаза, играющая роль быстрого переменного и формулы вида

$$u_1(A, \psi, \theta, t) = \frac{1}{2\pi^2} \sum_{\substack{n, m = -\infty \\ [n^2 + (m^2 - 1)^2 \neq 0]}}^{\infty} \times$$

$$\times \left\{ \frac{\cos(n\theta t + m\psi)}{p^2 - (n\theta + m p)^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} f_0(A, \phi, \theta t) \cos(n\theta t + m\psi) \times \right.$$

$$\times d(\theta t) d\psi + \frac{\sin(n\theta t + m\psi)}{p^2 - (n\theta + m p)^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} f_0(A, \psi, \theta t) \times$$

$$\times \sin(n\theta t + m\psi) d(\theta t) d\psi \left. \right\} \quad (10^b)$$

Получим

$$\ddot{A} = \frac{A}{2} \left\{ [nm(2a'_1 - 3a'_3 h^2 \lambda^2)] - \frac{h_{12}}{J_2} - \frac{3}{2} h m a'_3 p^2 A^2 \right\}, \quad \psi = p \quad (11)$$

Из первого уравнения системы (11) получаем выражение для амплитуды установившихся колебаний с частотой p :

$$A = \sqrt{\frac{2(2na'_1 m - 3na'_3 m h^2 \lambda^2) - 2h_{12} / J_2}{3nm a'_3 p^2}}. \quad (12)$$

Если проинтегрировать уравнения (11) при начальных условиях $A(0) = A_0$, $\psi(0) = \psi_0$, то получим

$$\left. \begin{aligned} A^2(t) &= \frac{A_0^2 e^{L_1 t}}{\left(1 - \frac{3 L_2}{2 L_1} A_0^2\right) + \frac{3 L_2}{2 L_1} A_0^2 e^{L_1 t}}; \\ \psi(t) &= pt + \psi_0; \\ \gamma(t) &= \frac{A_0^2 e^{L_1 t} \sin(pt + \psi_0)}{\left(1 - \frac{3 L_2}{2 L_1} A_0^2\right) + \frac{3 L_2}{2 L_1} A_0^2 e^{L_1 t}}, \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

где $L_1 = nm(2a'_1 - 3a'_3 \lambda^2 h^2) - h_{12} / J_2$; $L_2 = mn a'_3 p^2$.

Если $2a'_1 nm > 3nm a'_3 \lambda^2 h^2 + \frac{h_{12}}{J_2} 2$ и $L_1 > 0$, то, как следует из выражения для $\gamma(t)$ в уравнении (13), с течением времени в системе устанавливаются колебания с амплитудой (A) и частотой p . Если $2nm a' < h_{12} / J_2 + 3nm a'_3 \lambda h^2$ и $L_1 < 0$, то, как следует из выражения (13), амплитуда колебаний стремится к нулю и колебания на частоте p со временем затухают (продольные колебания). Учитывая формулы (8), (13) и следующую $\phi(t) = A \cos \psi + \varepsilon u_1(A, \psi, \theta t)$, где A, ψ определяются из уравнений $\frac{dA}{dt} = \varepsilon C_1(A)$, $\frac{d\psi}{dt} = p + \varepsilon B(A)$, запишем выражение, определяющее деформацию упругого звена в установившемся режиме колебаний:

$$\vartheta \theta(t) = \theta_y + A \cos(pt + \psi^2) + h \sin(\lambda t + \beta), \quad (14)$$

где $\theta_y = C_0 / p^2$, A, h – установившиеся значения амплитуды соответственно на частоте p, λ .

Таким образом, изменение упругих деформаций в установившемся режиме колебаний имеет двухчастотный характер. Величина h , определяемая формулой (10), показывает, что продольные колебания приводят к уменьшению амплитуд на частоте p . Если

$$h \geq \sqrt{\frac{2na'_1 m - h_{12} / J_2}{3nm a'_3 \lambda^2}},$$

то в установившемся режиме колебания с частотой p будут отсутствовать или затухать, т. е.

$$\theta(t) = \theta_y + n \sin(\lambda t + \beta). \quad (15)$$

Величина h определяется на основании формулы (10), поэтому путем уменьшения жесткости станины дробилки и увеличения трения покоя

можно существенно снизить амплитуду крутильных колебаний, не допуская возбуждения автоколебаний на частоте p . На практике этого можно добиться путем установки резиновой прокладки между станиной дробилки и фундаментом. Величина h зависит от величины s , которая определяется формулой (4). Параметр s тем больше, чем меньше толщина дробимого слитка металла. Следовательно, при дроблении слитка большой толщины амплитуда автоколебаний (A) на частоте p может быть гораздо больше, чем при дроблении тонких слитков. Расчеты показывают, что в этом случае толщина слитка не должна превышать $50 \div 60$ мм для данной прочности дробимого слитка металла ($\sigma_p \approx 2500$ МПа). В качестве дополнительной упругой связи, т.е., резиновой прокладки, согласно методики инженерного расчета [4] принимаем ребристую резину средней жесткости, у которой динамический модуль упругости $E=(200-250)10^5$ Н/м² допустимая нагрузка на сжатие $\sigma = (3-4) \cdot 10^5$ Н / м².

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванченко Ф.К., Красношапка В.А. Динамика металлургических машин. М.: Металлургия, 1983.- 295 с.
2. Кузбаков Ж.И. Условия эксплуатации и характер нагружения щековых дробилок при измельчении особо прочных материалов. / Материалы международной научно-практической конференции. Комплексная переработка минерального сырья. Караганда, 2008. – С. 220 –228.
3. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Музеймек Ю.Ф. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
4. Руководство по проектированию виброизоляции машин и оборудования. М.: Стройиздат, 1972. – 80 с.

УДК 621.926.22

КОЛЕБАНИЯ ПРИВОДНОГО УСТРОЙСТВА ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ И МЕРЫ ПО ИХ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Ж.И. Кузбаков, кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлургия» РГП на ПХВ «Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова», г. Актобе, Республика Казахстан, E-mail: agu_metallurgy@mail.ru

Аннотация. При дроблении ферроматериалов предлагается использовать щековую дробилку с простым качанием щеки, являющейся с точки зрения динамики более совершенной машиной, чем дробилка со сложным движением щеки.

Ключевые слова: шатун, эксцентриковый вал, распорные плиты, маховики, колебания, приводное устройство, локализация.

VIBRATIONS OF THE JAW CRUSHER DRIVE UNIT AND MEASURES FOR THE LOCALIZATION OF IT

G. Kuzbakov, PhD, Associate Professor, Department of Metallurgy
Aktobe Regional State University K.Zhubanova, Aktobe city, Kazakhstan, E-mail:
agu_metallurgy@mail.ru

Abstract. In this article for crushing ferros encouraged to use jaw crusher with a simple swing cheeks.

Keuwords: connecting rod, eccentric shaft, spacer plate, flywheels, vibrations, driving device, localization.

Введение. Во многих машинах основными нагрузками, определяющими прочность и долговечность, являются динамические нагрузки колебательного характера [1]. При установившемся движении опасные колебания возникают главным образом при наличии периодического силового воздействия на ведущую или ведомую массу в неравновесных системах, к которым относится щековая дробилка. Щековые дробилки применяются во многих отраслях промышленности. В ферросплавной отрасли они применяются как при подготовке сырых материалов, так и для дробления готовой продукции – плоских слитков металла.

Величина и характер колебательных нагрузок зависят от динамических параметров упругих систем (жесткости связей и масс), закона изменения технологических нагрузок, зазоров в узлах соединений деталей (распорных плит и сухарей) и др. Так, колебательная составляющая скорости подвижной щеки при захвате плоского слитка металла зависят от момента дробления динамического момента от сил инерции, от момента инерции шатуна с маховиками.

Поскольку амплитуда колебательной составляющей скорости обратно пропорционально моменту инерции массы, шатун всегда приобретает дополнительную колебательную составляющую скорости, несколько раз больше, чем ротор электродвигателя.

Значительное изменение скорости подвижной щеки, вследствие колебаний, может явиться причиной неустойчивого захвата плоского слитка металла с возникновением пробуксовки и вылетом металла из камеры дробления, сгоранием клиновых ремней привода. Кроме того, устойчивые колебания дробильной машины могут являться причиной усталостного разрушения станины и фундамента.

Все вышеизложенное подтверждает необходимость определять в приводах машин, не только нагрузки в упругих звеньях, но и законы изме-

нения скоростей, ускорений и перемещений звеньев в переходных режимах, принять меры, обеспечивающих минимальные динамические нагрузки даже при повышенных режимах эксплуатации.

Материал и результаты исследований. Схему приводного устройства щековой дробилки представим в виде вертикально расположенного несомого вертикального стержня (шатун) с грузом на конце (распорные плиты) и горизонтально расположенного несомого вала (эксцентрик) с двумя массами на концах (маховиками). В первом случае возникают продольные колебания, а во втором — крутильные колебания.

Рассмотрим продольные колебания. Шатун дробилки представим в виде стержня, закрепленного одним концом неподвижно, а на другом конце расположен груз Q (рис. 1).

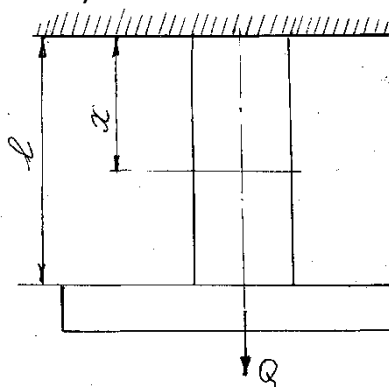


Рисунок 1 – Схема шатуна с распорными плитами на конце, совершающего продольные колебания.

Обозначим через u продольные перемещения произвольного сечения стержня с координатой x от положения равновесия, получим волновое уравнение

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = a^2 \frac{d^2 u}{dx^2}. \quad (1)$$

Для сплошного призматического стержня $a = \sqrt{\frac{Eg}{\gamma}}$,

где a – скорость распространения упругой волны в стержне.

Для элементов постоянного сечения $a = \sqrt{\frac{clg}{q}}$, где c – линейная

жесткость;

l – длина и q – вес единицы длины элемента.

Граничные условия: при $x = 0$ $u = 0$,

При $x = l$ $\Omega E \frac{du}{dx} = -\frac{Q}{g} \cdot \frac{d^2 u}{dt^2}$.

Решение (1) найдем в виде

$$u = X(A \sin pt + B \cos pt), \quad (2)$$

где X — нормальная функция только от x ;

p — частота одной из главных форм колебаний.

Подставим в уравнение (1)

$$a^2 \frac{d^2 X}{dx^2} + p^2 X = 0, \quad (3)$$

Получим решение

$$X = C \sin \frac{pX}{a} + D \cos \frac{pX}{a}. \quad (4)$$

Подставим граничные условия

$$\Omega E \frac{p}{a} \cos \frac{p\ell}{a} = \frac{Q}{g} p^2 \sin \frac{p\ell}{a}, \quad (5)$$

откуда после преобразования получим

$$\frac{q\ell}{Q} = \frac{p\ell}{a} \operatorname{tg} \frac{p\ell}{a}. \quad (6)$$

Формула (6) является частотным уравнением рассматриваемой системы, из которого можно найти значение p .

При малых значениях $\frac{q\ell}{Q}$ можно принять $\operatorname{tg} \frac{p\ell}{a} \approx \frac{p\ell}{a}$. Тогда

$$\frac{q\ell}{Q} = \frac{p^2 \ell^2}{a^2}.$$

Так как вес стержня (шатунa) значительно превышает вес груза (распорных плит), $\frac{p\ell}{a} = \frac{\pi}{2}$ или $p = \frac{\pi a}{2\ell}$.

Заменяя $a = \sqrt{\frac{c\ell g}{q}}$ и обозначая $\frac{q\ell}{g} = m$, получим $p = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{c}{m}}$.

Таким образом, частота основного тона колебаний стержня в $\frac{\pi}{2}$ раза выше частоты колебаний груза.

Теперь рассмотрим крутильные колебания. Схема приводного устройства представлена на рис. 2.

Горизонтально расположенный стержень (эксцентриковый вал) имеет по концам массы (маховики) с моментами инерции J_1 и J_2 . Угловое перемещение произвольного сечения обозначим v . Волновое уравнение движения рассматриваемой системы будет

$$\frac{dv^2}{dt^2} = a^2 \frac{dv^2}{dx^2}, \quad (7)$$

$$a = \sqrt{\frac{Gg}{\gamma}} \quad \text{или} \quad a = \sqrt{\frac{c\ell^2}{J_0}};$$

где G — модуль упругости второго рода;
 c — угловая жесткость стержня;
 J_0 — момент инерции стержня.

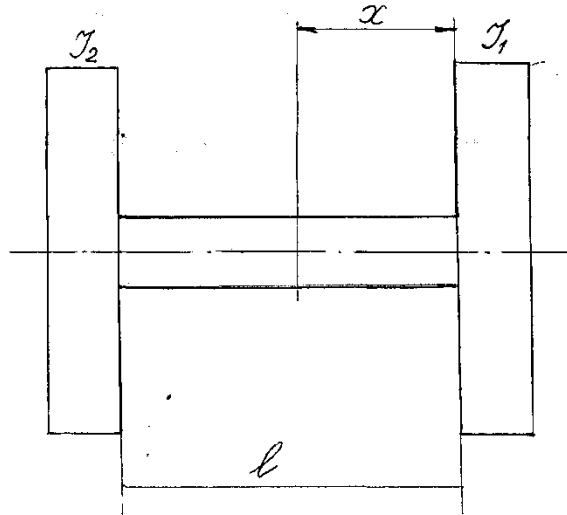


Рисунок 2 – Схема эксцентрикового вала с двумя массами по концам, совершающего крутильные колебания

Граничными условиями будут при $x = 0$

$$\text{при } x=0 \quad J_1 \frac{d^2 v}{dt^2} = G_p J_p \frac{dv}{dx};$$

$$\text{при } x=\ell \quad J_2 \frac{d^2 v}{dt^2} = -G J_p \frac{dv}{dx},$$

где J_p — полярный момент инерции сечения стержня. Решение (7) найдем в виде

$$v = X(A \sin pt + B \cos pt), \tag{8}$$

где X — нормальная функция от x , определяющая форму колебаний системы.

Подставим в уравнение (7)

$$a^2 \frac{d^2 X}{dt^2} + p X = 0, \tag{9}$$

$$\text{откуда} \quad X = C \sin \frac{pX}{a} + D \frac{pX}{a}. \tag{10}$$

Подставляя граничные условия, получим

$$-D p^2 J_1 = C \frac{p}{a} G J_p;$$

$$p^2 \left(D \cos \frac{p\ell}{a} + C \sin \frac{p\ell}{a} \right) J_2 = \frac{p}{a} G J_p \left(-D \sin \frac{p\ell}{a} + \frac{p a J_1}{G J_p} \cos \frac{p\ell}{a} \right). \tag{11}$$

исключая постоянные интегрирования

$$p^2 \left(\cos \frac{p\ell}{a} + \frac{paJ_1}{GJ_p} \sin \frac{p\ell}{a} \right) J_2 = -\frac{p}{a} GJ_p \left(\sin \frac{p\ell}{a} + \frac{PaJ_1}{GJ_p} \cos \frac{p\ell}{a} \right). \quad (12)$$

Или, преобразуя, получим

$$\operatorname{tg} \frac{p\ell}{a} = \frac{\frac{J_1 + J_2}{J_0} \cdot \frac{p\ell}{a}}{\frac{J_1 J_2}{J_0^2} \cdot \frac{p^2 \ell^2}{a^2} - 1}; \quad (13)$$

Откуда определяем частоту p .

При малых значениях J_0 , полагая, $\operatorname{tg} \frac{p\ell}{a} = \frac{p\ell}{a}$ и пренебрегая единицей в знаменателе формулы (13), получим

$$\frac{p^2 \ell^2}{a^2} = \frac{(J_1 + J_2) J_0}{J_1 J_2}$$

Заменяя $a^2 = \frac{c\ell^2}{J_0}$, найдем

$$p = \sqrt{\frac{(J_1 + J_2)c}{J_1 J_2}}. \quad (14)$$

По формуле (14) можно определить частоту колебаний двухмассовой системы с невесомым упругим звеном.

Одним из путей локализации колебаний является использование демпфирующих устройств. Они бывают двух типов: динамические и использующие внешние силы трения [2].

Рассмотрим принцип действия демпфирующего устройства, т.е. динамического поглотителя колебаний. Для этого представим некоторую движущуюся упругую систему, состоящую из двух масс и не встречающую сопротивления. При этом одна из масс (ведущая) испытывает периодически изменяющуюся нагрузку $P \sin \omega t$, где P – максимальное значение периодической нагрузки; ω – угловая частота нагрузки. Для того, чтобы система сохраняла постоянную скорость, к ведущей массе присоединяем динамический поглотитель колебаний в виде массы с упругой связью. Тогда, рассматриваемая система будет состоять из трех масс, соединенных упругими звеньями (рис. 3).

Обозначим m_3 – массу динамического поглотителя; m_1 и m_2 – приведенные массы ведущего и ведомого элементов; s_1, s_2, s_3 – обобщенные координаты элементов системы.

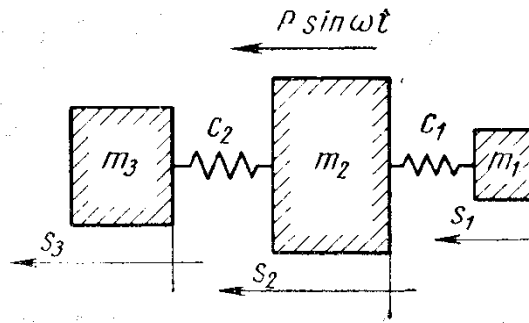


Рисунок 3 – Схема двухмассовой системы с присоединенным линейным динамическим поглотителем колебаний

Кинетическая энергия системы равна

$$T = \frac{m_1}{2} \left(\frac{d s_1}{d t} \right)^2 + \frac{m_2}{2} \left(\frac{d s_2}{d t} \right)^2 + \frac{m_3}{2} \left(\frac{d s_3}{d t} \right)^2,$$

а потенциальная энергия системы

$$\Pi = \frac{(s_1 - s_2)^2}{2} c_1 + \frac{(s_2 - s_3)^2}{2} c_2.$$

Используя уравнения Лагранжа второго рода, получим

$$m_1 \frac{d^2 s_1}{d t^2} + c_1 (s_1 - s_2) = 0; \tag{15}$$

$$m_2 \frac{d^2 s_2}{d t^2} - c_1 (s_1 - s_2) + c_2 (s_2 - s_3) = P \sin \omega t; \tag{16}$$

$$m_3 \frac{d^2 s_3}{d t^2} - c_2 (s_2 - s_3) = 0 \tag{17}$$

Исключая из уравнения (16) s_1 и s_2 и их производные, имеем

$$\frac{d^6 s_3}{d t^6} + a \frac{d^4 s_3}{d t^4} + e \frac{d^2 s_3}{d t^2} = f \sin \omega t, \tag{18}$$

где

$$a = \frac{\left[\frac{m_1}{c_1} (m_2 + m_3) + \frac{m_2}{c_2} (m_1 + m_2) \right] c_1 c_2}{m_1 m_2 m_3};$$

$$e = \frac{(m_1 + m_2 + m_3) c_1 c_2}{m_1 m_2 m_3};$$

$$f = \frac{P \left(1 - \frac{\omega^2 m_1}{c_1} \right) c_1 c_2}{m_1 m_2 m_3}.$$

Интегрируя дважды

$$\frac{d^4 s_3}{d t^4} + \frac{d^2 s_3}{d t^2} + e s_3 = -\frac{f}{\omega^2} \sin \omega t + E_1 t + F_1, \tag{19}$$

где E_1 и F_1 постоянные интегрирования.

Общее решение получаем в виде

$$S_3 = A \sin K_1 t + B \cos K_1 t + C \sin K_2 t + D \cos K_2 t - \frac{f \sin \omega t}{\omega^2(\omega^4 - a\omega^2 + \epsilon)} + \frac{E}{\epsilon} t + \frac{F_1}{\epsilon} \quad (20)$$

или, обозначая $\frac{f}{\omega^2(\omega^4 - a\omega^2 + \epsilon)} = d$; $\frac{E_1}{\epsilon} = E$; $\frac{F_1}{\epsilon} = F$,

$$S_3 = A \sin K_1 t + B \cos K_1 t + D \cos K_2 t - d \sin \omega t + E t + F_1, \quad (21)$$

где $K_{1,2} = \sqrt{\frac{a}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 - \epsilon}}$; A, B, C, D, E, F – постоянные интегрирования.

ния.

Для определения характера движения ведомой массы можем принять любые реальные начальные условия. Например, при $t = 0$ $S_3 = 0$,

$$\frac{d s_3}{d t} = v, \quad \frac{d^2 s_3}{d t^2} = \frac{d^3 s_3}{d t^3} = \frac{d^4 s_3}{d t^4} = \frac{d^5 s_3}{d t^5} = 0.$$

Подставляя их в решение (21), найдем

$$A = \frac{d \omega^3 (\omega^2 - K_2^2)}{K_1^3 (K_1^2 - K_2^2)}; \quad B = 0; \quad C = -\frac{d^3 \omega (\omega^2 - K_1^2)}{K_2^3 (K_1^2 - K_2^2)}; \quad D = 0$$

$$E = v - \frac{d \omega^3 [(K_1^2 - K_2^2) - \omega^2]}{K_1^2 K_2^2} + d \omega; \quad F = 0.$$

Тогда

$$S_3 = \frac{d^3 \omega}{(K_1^2 - K_2^2)} \left[\frac{\omega^2 - K_2^2}{K_1^3} \sin K_1 t - \frac{\omega^2 - K_1^2}{K_2^3} \sin K_2 t \right] + v t - \frac{d \omega^3 [(K_1^2 - K_2^2) - \omega^2]}{K_1^2 K_2^2} + d \omega t - d \sin \omega t \quad (22)$$

и скорость движения ведомой массы

$$\frac{d s_3}{d t} = \frac{d \omega^3}{K_1^2 - K_2^2} \left[\frac{\omega^2 - K_2^2}{K_1^2} \cos K_1 t - \frac{\omega^2 K_1^2}{K_2^2} \cos K_2 t \right] + v - \frac{d \omega^3 [(K_1^2 - K_2^2) - \omega^2]}{K_1^2 K_2^2} + d \omega - d \omega \cos \omega t. \quad (23)$$

Следовательно, чтобы скорость $\frac{d s_3}{d t}$ была постоянна и равнялась v ,

необходимо $d = 0$ т.е.

$$d = \frac{f}{\omega^2(\omega^4 - a\omega^2 + \epsilon)} = \frac{P \left(1 - \frac{\omega^2 m_1}{c_1} \right) c_1 c_2}{m_1 m_2 m_3 \omega^2 (\omega^4 - a\omega^2 + \epsilon)} = 0.$$

Это возможно при $c = m_1 \omega^2$.

Таким образом, для поглощения колебаний двухмассовой системы достаточно присоединить к ведущей массе третью массу m_3 и жесткость соединительного звена c_3 .

Соотношение c_3 , m_3 и частоты вынужденных колебаний ω должно быть

$$\omega = \sqrt{\frac{c_3}{m_3}}, \quad (24)$$

т. е. подвижная щека с передней распорной плитой и есть третье звено с массой m_3 и жесткостью c_3 в щековой дробилке с простым движением подвижной щеки.

Вывод. Щековая дробилка с простым качанием подвижной щеки, кроме существующих преимуществ [3], по своей конструкции, с точки зрения динамики, является более совершенной машиной, чем дробилка со сложным качанием щеки. Кроме того, из выражения (23) следует, что уменьшению колебаний способствует также увеличение жесткости C_2 и массы m_3 . На практике это означает, что при необходимости можно увеличить жесткость передней распорной плиты и массу подвижной дробящей плиты.

Локализация крутильных колебаний рассмотрена в работе [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванченко Ф.К., Красношапка В.А. Динамика металлургических машин. – М: Металлургия, 1983. – С. 295.
2. Комаров М.С. Динамика механизмов и машин. М.: Машиностроение, 1969, – 296 с.
3. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Музеймек В.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
4. Кузбаков Ж.И. Снижение динамических нагрузок на станину щековой дробилки при дроблении высокопрочных материалов. / Материалы международной научно-практической конференции. Комплексная переработка минерального сырья. Караганда, 2008. 25-26 сентября, С. 228-234

УДК.622.23.05

ПРОБЛЕМЫ СООСНОСТИ ПОДШИПНИКОВЫХ ОПОР ДЛИННОМЕРНЫХ ВАЛОВ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

В.Н. Марьенко, аспирант кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: vados.v-ma@ya.ru

Аннотация. В работе проведено теоретическое исследование влияния несоосного расположения подшипниковых опор на работу длинномерных валов шахтных вентиляторов главного проветривания

Ключевые слова: вентилятор, опора, вал, дисбаланс.

PROBLEMS OF COAXIALITY BEARING SUPPORTS LONG OF MINE SHAFT MAIN FANS

V. Maryenko, Postgraduate, Department of Automobiles and Automobile Economy
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: vados.v-ma@ya.ru

Abstract. In this paper, performed a theoretical analysis study of the influence of alignment location of bearing supports for work long shafts mine of main ventilation fans

Keywords: fan, reliance, shaft, imbalance.

Введение. В горной промышленности широкое применение находят роторные машины, основным узлом которых, являются валы большой длины, работающие на высоких оборотах (осевые и радиальные (центробежные) вентиляторы). Соосное расположение опорных узлов вала затруднено из-за конструктивных особенностей (опоры разнесены на большом расстоянии). В результате не корректного монтажа в процессе эксплуатации происходит разбалансирование ротора, что приводит к неуравновешенности (дисбалансу) вращающихся масс.

Существуют различные способы устранения дисбаланса: высверливание отверстий, наклеивание грузиков, наваривание металла и др., но при этом причина неуравновешенности не устраняется при 2-ух опорной конструкции длинномерных роторов. Балансирование имеет смысл только в том случае, когда опоры расположены строго соосно. Чего добиться очень сложно в виду наличия конструктивных особенностей расположения основания подшипниковых опор. Это приводит к дисбалансу вращательного элемента непосредственно после монтажа.

Цель работы. Провести анализ влияния несоосности подшипниковых опор относительно друг друга при двух опорной компоновки на работу длинномерных валов шахтных вентиляторов главного проветривания.

Материал и результаты исследований. В результате установки вала ротора в несоосно расположенные подшипниковые опоры, происходит изменение расположения центра масс по всей длине вала, что приводит к

не совпадению геометрической оси 1 вращения вала по отношению к действительной 2 в различных плоскостях (рис. 1).

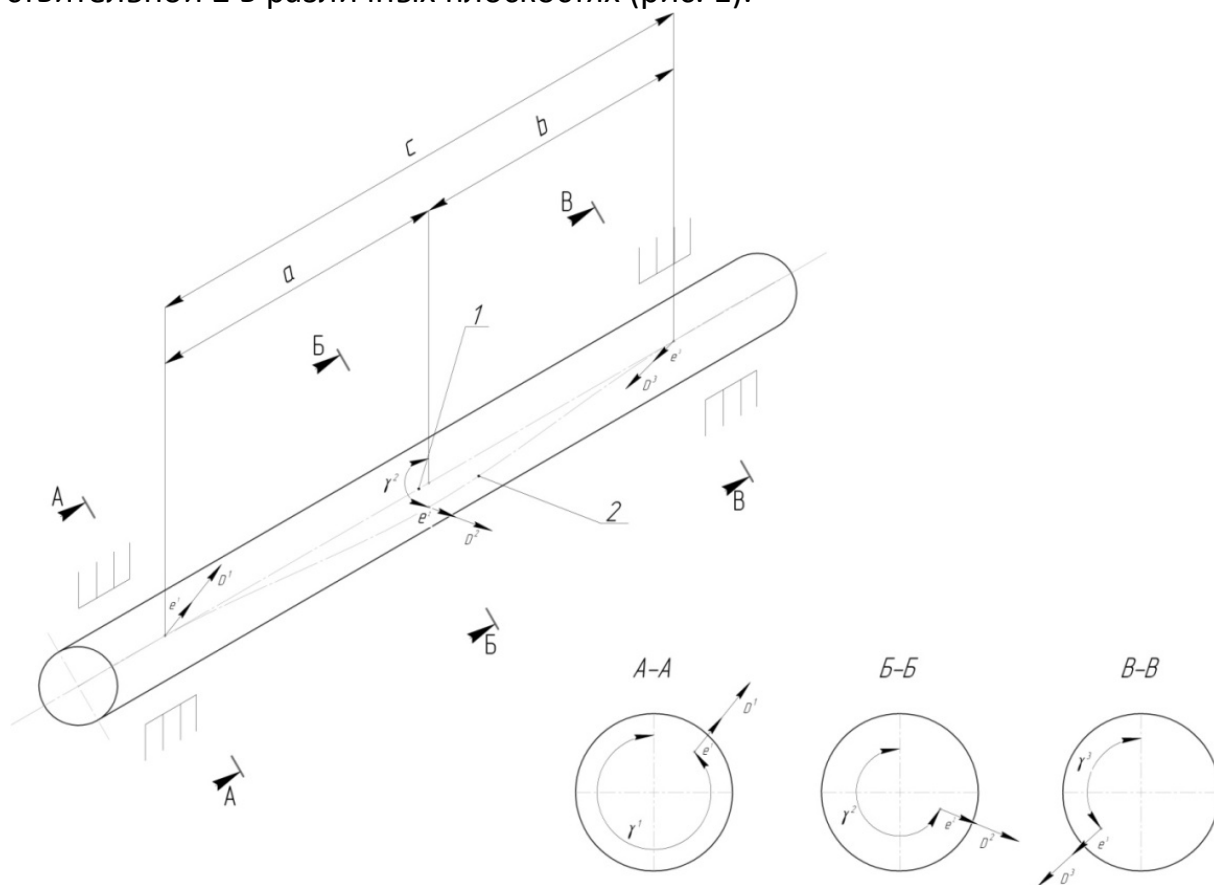


Рисунок. 1 – Схема неуравновешенностей вала ротора

Т. е., при монтаже вала в заведомо не соосно расположенные подшипниковые опоры, по всей его длине в различных местах сечения изменятся координаты расположение центра масс. Что влечет за собой повышенную нагрузку на подшипниковые опоры и вызывает увеличение напряжения в самом вале ротора.

Появление современных информационных технологий и быстродействующих вычислительных машин, предоставляет возможность, используя при решении поставленных задач методы компьютерного моделирования значительно сократить трудозатраты на моделирование тех или иных ситуаций в процессе работы элементов ротора.

Для подтверждения теоретических аспектов авторами была построена трехмерная модель вала в программном продукте «Компас», которая экспортировалась в программный пакет «APM WinMachine», где было проведено расчетное сравнение двух случаев. Первый случай – сбалансированный вал устанавливался в несоосные опоры; второй – установка сба-

лансированного вала в соосно расположенные опоры. На рисунке 2 и 3 приведены результаты сравнительного расчета.

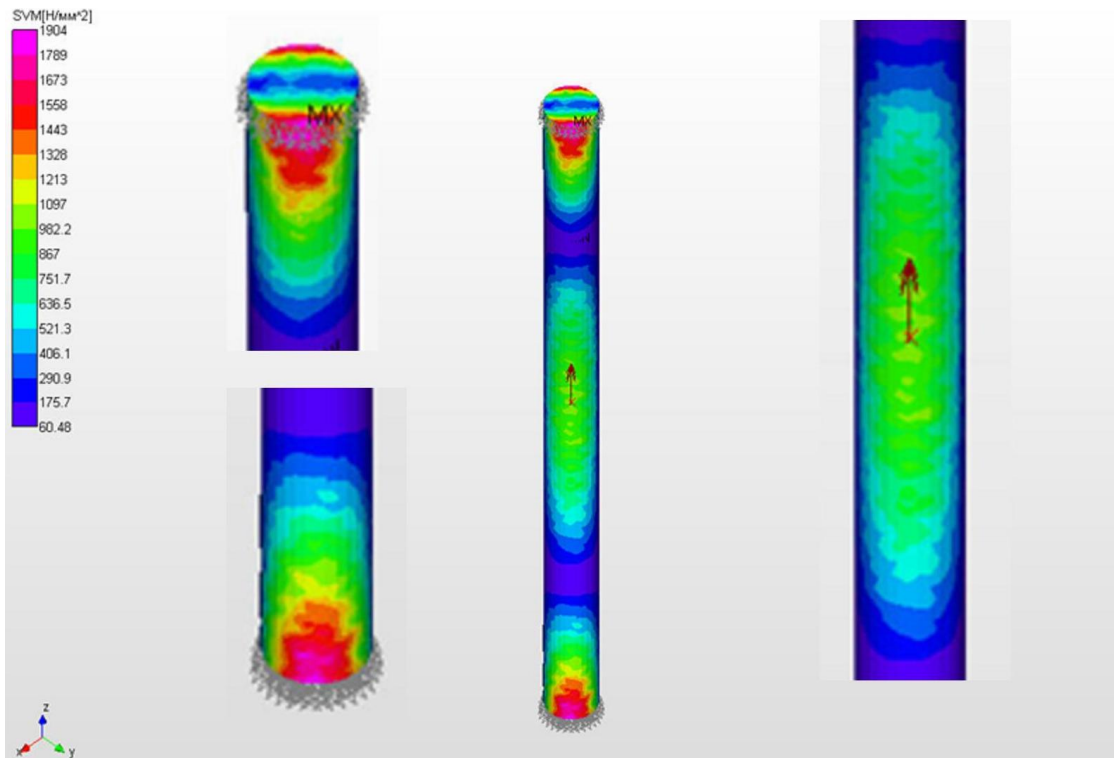


Рисунок. 2 – Картограмма полных напряжений в результате несоосности двух опор

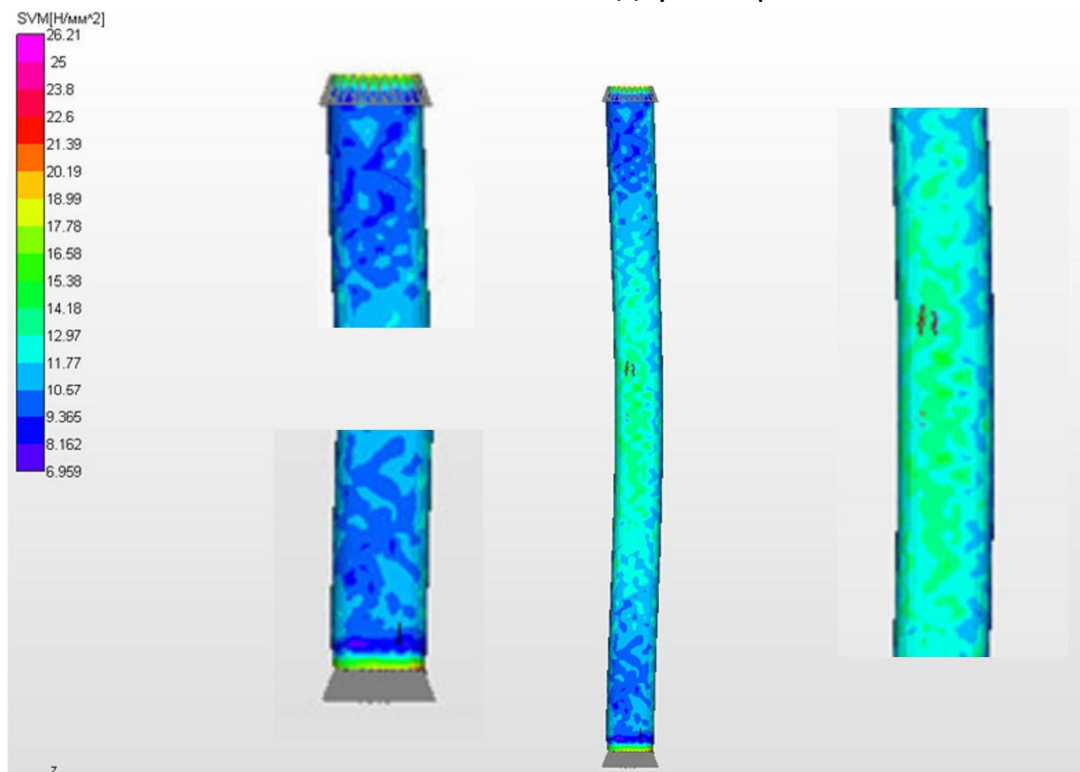


Рисунок. 3 – Картограмма полных напряжений в результате соосности двух опор

Вывод. На основании анализа влияния несоосности подшипниковых опор относительно друг друга, при двух опорной компоновки, на работу длинномерных валов шахтных вентиляторов главного проветривания, установлено, что концентраторы напряжений, которые располагаются в местах установки подшипниковых опор, а также центральном сечении вала увеличивают свое значение с максимального $26,21 \text{ Н/мм}^2$ до 1904 Н/мм^2 .

В результате, чего для предотвращения дисбаланса в процессе монтажа и работы шахтных вентиляторов главного проветривания, снижения величины концентраторов напряжения, а также повышения срока службы роторных машин, необходимо:

- выполнять юстировку подшипниковых опор по соосности не только непосредственно перед вводом в эксплуатацию, а и периодически повторять её в процессе работы;

- выполнять регулировку соосного расположения опорных элементов вала с помощью регулируемой опоры, что позволит упростить обслуживание шахтного вентилятора главного проветривания в процессе эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивановский И.Г. Шахтные вентиляторы: Учеб. пособие. — Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003. — 196 с.
2. Шилов П. М., - 2-е изд. перераб. и доп.: Технология производства и ремонт горных машин, — К.: Высшая школа, 1986. — С. 294-314.
3. Яценко В.А. Дисбаланс как одна из причин вибрации роторов шахтных стационарных машин // «Гірничя-електромеханіка»: Сб. научн. тр. Донецкого национального технического университета. — Вып.17(157) — Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2009. — С. 284-291
4. Ковалевская В.И., Бабак Г.А., Пак В.В. Шахтные центробежные вентиляторы. — М.: Недра, 1976. — 191 с.
5. Демочко С.И., Кузнецов А.В., Паршинцев В.П. Неисправности шахтных вентиляторных установок главного проветривания: Справочное пособие. — М.: Недра, 1990. — 188 с.
6. Определение фактических показателей надежности вентиляторов ВОД-30М и ВОД-50: отчет о НИР/ВНИИГМ им. М.М. Федорова. — Инв. №1240 эр. — Донецк, 1986. — 45 с.
7. Шахтные вентиляторы главного проветривания типа ВЦД-32, ВРЦД-4,5, ВОД-21 и ВЦ-25 (оценка эксплуатационной надежности): отчет о НИР/Донгипроуглемаш. — Инв. №А/4303. — Донецк, 1976. — 153 с.
8. Грядущая В.В. Оценка эксплуатационной надежности шахтных вентиляторов главного проветривания: Диссертация канд. техн. наук / Государственное высшее



учебное заведение «Донецкий национальный технический университет». – Донецк, 2010. – 34 с.

9. Пат. 64617 Украина, МПК Е 21 С 50/00. Підшипникова опора: Пат. 64617 Україна МПК Е 21 С 50/00 К.А. Зіборов, Г.К. Ванжа, В.М. Мар'єнко (Україна); ДВНЗ «НГУ», – № u 2011 05154; Заявл. 22.04.2011, Бюл. №21. – 2 с.

УДК 620.179

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

Е.Г. Науменко, старший преподаватель кафедры строительной, теоретической и прикладной механики

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: elena_naumenko71@mail.ru

Аннотация. В статье приведены примеры различных материалов для износостойких покрытий, которые используются для определенных условий эксплуатации. Даны рекомендации по выбору состава многослойного покрытия.

Ключевые слова: адгезия, абразивный износ, износостойкость.

PERFORMANCE PROPERTIES OF WEARPROOF COATINGS

O. Naumenko, senior lecturer, Department of Structural, Engineering and Applied Mechanics

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: elena_naumenko71@mail.ru

Abstract. The article provides examples of different materials for wearproof coatings which have been used in several operating conditions. Recommendations about multilayer coating structures are given.

Keywords: adhesion, abrasive wear, wearproofness.

Введение. Важным резервом существенного повышения износостойкости, эксплуатационной надежности инструментов и технологической оснастки является нанесение тонких износостойких пленок на основе нитридов и карбидов переходных металлов.

Разработанный в середине 70-х годов XX века специалистами Харьковского физико-технического института метод поверхностного упрочнения путем конденсации вещества в вакууме в условиях ионной бомбардировки, как показывает практика, не нашел должного применения в промышленности. Основными причинами такой ситуации являются следующие:

1. До настоящего времени отсутствовали научно-обоснованные методы выбора материалов износостойких покрытий для конкретных условий эксплуатации (обрабатываемый материал, инструментальный материал, вид инструмента, условий работы и др.).

2. Низкий уровень технологии производства инструментов и оснастки, а соответственно, и подготовки их под нанесение покрытий.

3. Недостаточный уровень технологической дисциплины и метрологического обеспечения при нанесении упрочняющих покрытий (состояние вакуумной системы – статический и динамический вакуум; отсутствие средств достоверной оценки температуры напыляемых изделий).

Цель работы. Общей целью выполненных исследований является разработка новых материалов износостойких покрытий с улучшенным комплексом эксплуатационных характеристик на основе изучения свойств тонких пленок из нитридов и карбидов переходных металлов IV, V и VI групп Периодической системы элементов Менделеева.

При выполнении исследований исходим из следующих предпосылок:

1. Универсального покрытия для разнообразных условий работы инструмента и обрабатываемых материалов нет.

2. Каждый из исследуемых материалов износостойких пленок должен обладать собственным комплексом эксплуатационных свойств (механических, адгезионных, триботехнических и термодинамических).

Материал и результаты исследований. Как известно, поверхностные области режущего и штамповочного инструмента работают в очень жестких условиях интенсивного воздействия обрабатываемого материала, что сопровождается такими явлениями, как упругие и пластические деформации, адгезионное взаимодействие и схватывание материала, трение, вибрация и др. Требования по свойствам, которые предъявляются к инструменту (такие как твердость, прочность, теплостойкость), также верны и для поверхностных защитных пленок. Уровень этих свойств (по крайней мере, многих из них) должен быть еще выше. Это, прежде всего, относится к теплостойкости. Важным свойством нитридов, карбидов переходных металлов является их термическая устойчивость, стабильность при высоких температурах.

Наиболее высокими температурами плавления и устойчивости обладают соединения с гранцентрированной кубической структурой. Среди переходных металлов наивысшие точки плавления и устойчивости имеют элементы VI группы, среди карбидов – производные элементов V группы, среди нитридов – производные элементов IV группы. Стабильность нитридов VI группы уменьшается от CrN к MoN и далее к WN , в то время как карбидов – в обратной последовательности [1].

Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют, что все значения механических свойств понижаются с повышающейся толщиной покрытия. Выбор оптимальной толщины должен основываться на учете двух противоположных факторов:

- с ростом толщины слоя ухудшаются прочностные свойства пленок, из-за хрупкости увеличивается износ. Однако с увеличением толщины пленки повышается сопротивление прежде всего абразивному износу, что обеспечивает более длительную стойкость;

- толщина покрытия оказывает влияние на радиусы режущих кромок. С ростом толщины слоя сильно увеличиваются закругления, что автоматически повышает усилия процесса резания и ухудшает качество обработанной поверхности [2].

Поэтому, в зависимости от условий эксплуатации инструмента, оптимальная толщина покрытия является различной. Установлено, что оптимальная толщина покрытия нитрида титана для быстрорежущего инструмента, работающего на операции точения конструкционных сталей, является: по передней поверхности 4 мкм, по задней поверхности 2 мкм.

Важным свойством износостойких пленок является прочность сцепления их с инструментальной основой. Адгезия пленок обуславливается взаимодействием между атомами покрытия и подложки. Одним из основных факторов, определяющих прочность сцепления пленок, является температура подложки в процессе нанесения покрытия. Выполненные исследования показывают, что наиболее высоким комплексом эксплуатационных свойств обладают пленки, полученные при температуре 500 – 550 °С, т.е. близкой к зоне термического разупрочнения инструментальной стали.

Износ режущего инструмента с покрытием зависит, прежде всего, от прочности сцепления пленки с поверхностью инструмента, уровня адгезии с обрабатываемым материалом, прочностных и термодинамических свойств поверхностных слоёв. Интенсивность изнашивания определяется адгезионными и адгезионно-усталостными явлениями в зоне контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом. (Под адгезионным износом инструмента понимают отрыв силами адгезии мельчайших частиц инструментального материала в процессе трения с обрабатываемым материалом) [3]. Совершенно устранить износ, возникающий в условиях совместного пластического деформирования между инструментальным и обрабатываемым материалом невозможно.

Вывод. Вполне очевидно, что реализовать весь комплекс полезных эксплуатационных свойств в покрытии неизменного химического состава невозможно. Практической реализацией исследований является разработка многослойных износостойких пленочных покрытий, удачно сочета-

ющих необходимые эксплуатационные свойства (рис.1): высокую прочность сцепления с инструментальной основой; минимальное схватывание с обрабатываемым материалом; высокие твердость, прочность, термостойкость каждого из компонентов покрытия.

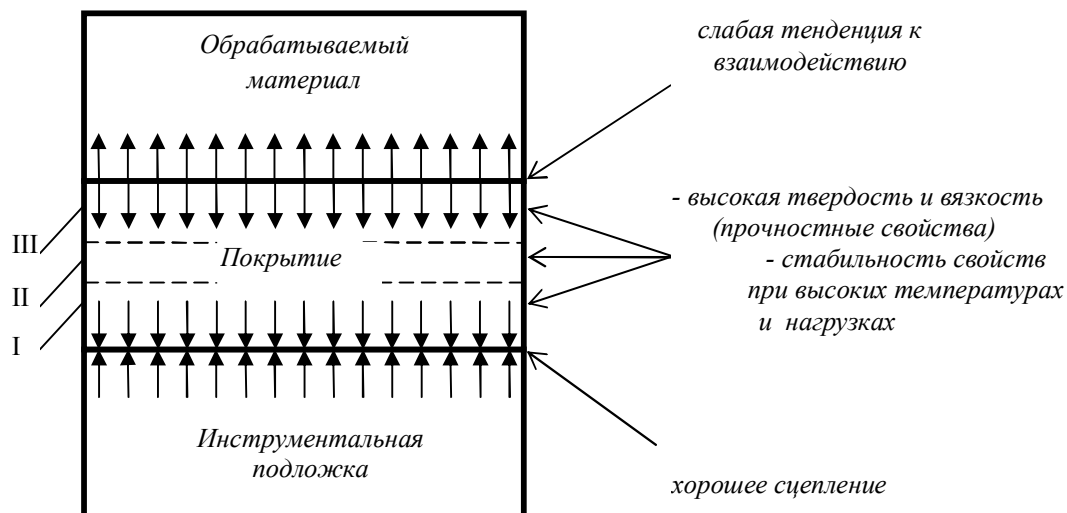


Рисунок 1 – Схема износостойкого покрытия с улучшенными служебными свойствами: I – нижний, прилегающий к инструментальной основе, слой покрытия; II – переходный слой; III – верхний слой покрытия, контактируемый с обрабатываемым материалом

В задачу дальнейших исследований должно входить изучение характера и уровня адгезионных связей между всевозможными материалами тугоплавких износостойких покрытий и различными обрабатываемыми материалами. На основании этих исследований и при учете других, не менее важных свойств, следует разработать такие материалы покрытий, которые имеют максимальный запас износостойкости в данных условиях эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сальников А.С. Износостойкость нитридных пленок/ Сальников А.С.// Металловедение и термическая обработка металлов. – 1993. – № 5. – С. 2 – 5.
2. Науменко Е.Г. Исследование фазового состава износостойких нитридов/ Е.Г. Науменко, А. С. Сальников // Тез. междунар. науч.-техн. конференции "Проблемы механики горно-металлургического комплекса", Д.: НГУ, 2002.– С. 49 – 50.
3. Сальников А. С. Атомно-энергетическая модель трения / Сальников А. С.// Металловедение и термическая обработка металлов. – 1993. – № 7. – С. 27 – 32.

УДК 621.892.2

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ РОТОРНОГО ГИДРОМОТОРА

А.П. Палюх, аспирант кафедры прикладной гидромеханики
Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Украина, e-mail:
zevs.dagon@rambler.ru

Аннотация. В работе приведены основные параметрические характеристики планетарной передачи с некруглыми солнечными колесами и плавающими сателлитами. Дан упрощенный алгоритм расчета планетарной передачи роторного гидромотора с необходимым сочетанием выпуклостей на внешнем и внутреннем контуре.

Ключевые слова: роторный гидромотор с планетарной передачей, алгоритм расчета, параметрические характеристики.

GEOMETRICAL SYNTHESIS OF PLANETARY GEARS ROTORY MOTOR

A.P. Palyh, graduate students of applied hydromechanics
Donbass State Technical University, Alchevsk, Ukraine, e-mail:zevs.dagon@rambler.ru

Abstract. In work presented the main characteristics of the planetary gears parametric with non-circular wheels and floating solar satellites. An simple algorithm for calculating planetary gears rotary motor with the required combination of bumps on the outer and inner loop.

Keywords: rotary motor with planetary gears, calculation algorithm, parameter specifications.

Введение. Развитие машиностроения в первую очередь идет по пути упрощения кинематических схем и уменьшения габаритных размеров. В первую очередь это необходимо для оснащения мобильных машин в горной, металлургической, строительной, автомобильной и других отраслей тяжелой промышленности. Еще одним важным дополнительным требованием к созданию гидроприводов машин работающих в тяжелых условиях является обеспечение их пожаро- и взрывобезопасности. Решение этих задач исторически решалось путем перехода от цилиндрических гидродвигателей к многоходовым, повышением рабочих давлений, широким распространением гипоидных гидромоторов. На этом пути были намечены основные гидравлические схемы, созданы методики расчетов всех узлов, исследованы динамика их работы, силовые и инерционные усилия, действующие на узлы и детали, неравномерность скоростей и ускорений по-

токов жидкости в нагнетательных и сливных магистралях, пути подавления возникающих шумов и вибраций.

В настоящее время наиболее проблемным является создание гидромоторов. Именно размеры этих узлов сдерживают дальнейшее развитие новых технологических процессов. Проблема усложняется тем, что наступило время перейти на огнестойкие жидкости в качестве рабочей среды. Это относится к горной, металлургической и другим отраслям.

Изложение основного материала. В ДонГТУ провели анализ выпускаемых высокомоментных гидромоторов (Рис. 1). Среди них наше внимание привлекли впервые изобретенные в Польше роторные планетарные многоходовые гидромоторы с плавающими сателлитами. В основу кинематики положена теория планетарных машин с некруглыми колесами. Несмотря на то, что сравнение производилось с лучшими мировыми образцами, время доводки которых составляет десятки лет, из графиков однозначно следует, что по массово-габаритным параметрам в настоящее время роторный гидромотор не имеет себе равных. Кроме того следует учесть, что роторный гидромотор единственный гидромотор, работающий на огнестойкой рабочей жидкости (98% воды и 2% эмульсола).

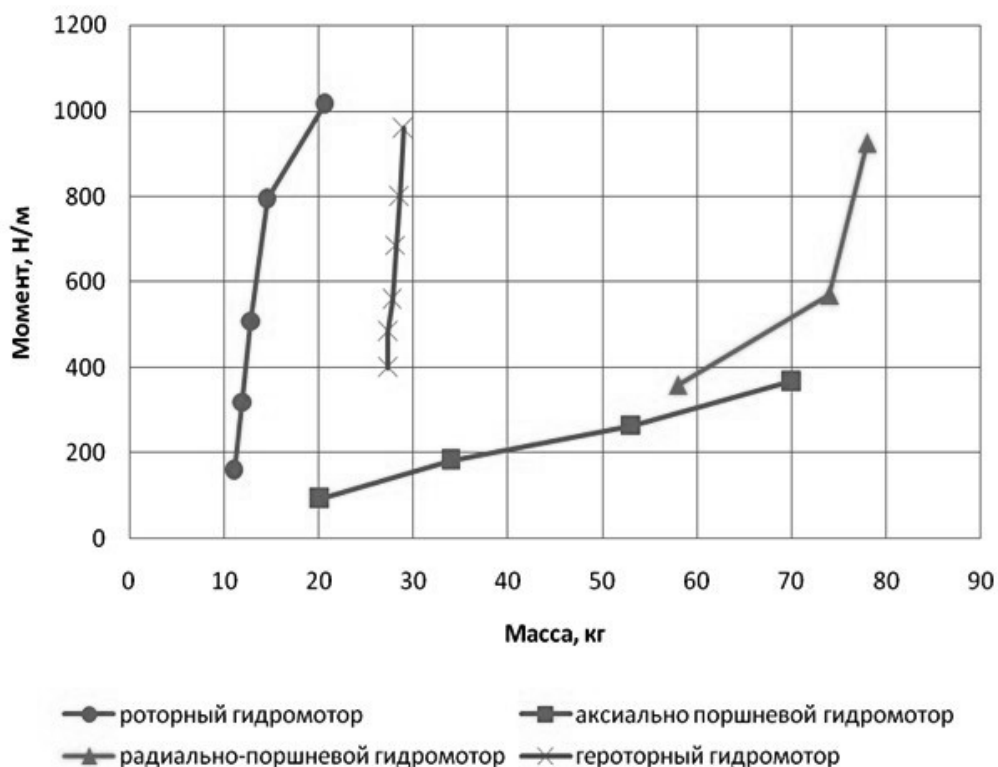


Рисунок 1 – Удельный момент гидромоторов различных типов (при $P=20$ МПа)

Кроме рекламных проспектов [1] в отечественной и зарубежной литературе никаких упоминаний об этих гидромашинах мы не нашли. Правда, в Томском техническом университете в 2001 г. была защищена докторская диссертация [2], рассматривающая теорию построения кинематики подобных гидромоторов и возможности создания инструмента для их производства.

Исходные данные и алгоритм расчета планетарного гидромотора. Ниже прилагается один из возможных вариантов нахождения зависимостей между геометрическими параметрами передачи.

Исходные данные для проектирования планетарного гидромотора определяются заданием числа выпуклостей внешней и внутренней шестерни N и n , а также числом зубьев на внешней шестерне Z_3 и модулем m .

Перед началом расчета уточним некоторые технические параметры, которые влияют на стабильную работу гидромотора. Так, чем ближе к единице отношение N/n , тем меньше флуктуация вращающего момента на валу подвижного колеса. Так же, при наличии общего делителя (кроме единицы) между значениям N и n опорные реакции у солнечных колес равны нулю. Эти параметры существенно влияют на работу агрегата, потому их изначально нужно закладывать в проектируемый гидромотор.

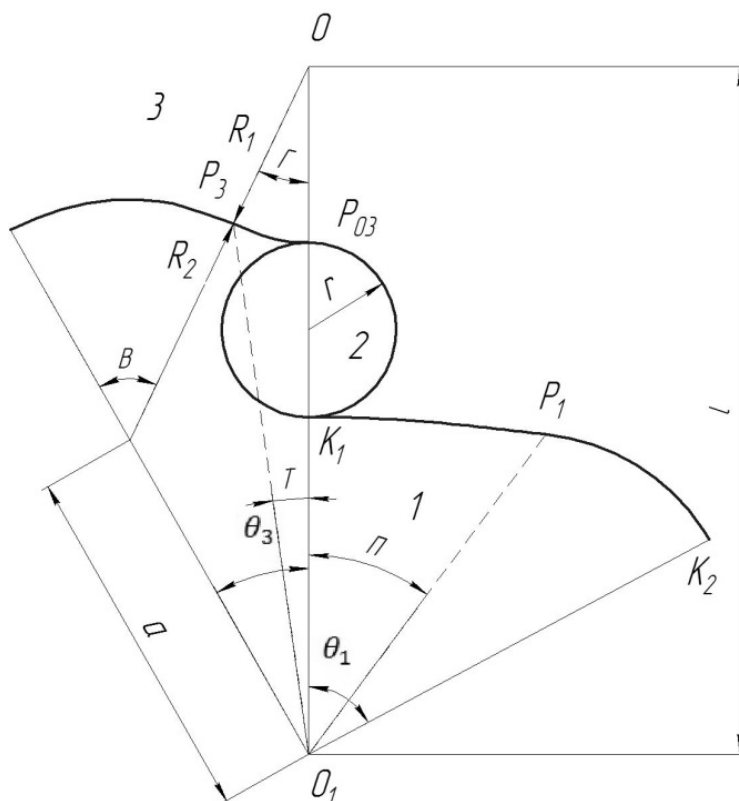


Рисунок 2 – Участки контуров шестерен

Для упрощения расчета и нахождения необходимых параметров внести некоторые условия [2].

1. Для обеспечения условия сборки число зубьев внутреннего колеса должно быть кратно числу выступов на этом колесе.

2. Для работы планетарного механизма важно правильное размещение сателлитов, а это условие выполняется только при взаимной ориентации зубьев шестеренных колес. Данное требование выполняется при условии $Z_1/n = \text{целое число}$ (где Z_1 – число зубьев внутренней

шестерни), и сохранения зависимости $\frac{N}{n} = \frac{Z_3}{Z_1}$ (где Z_3 – число зубьев наружной шестерни)

3. Для исключения интерференции центроид солнечных колес и обеспечения условия соседства сателлитов число арок внешнего колеса N должно быть больше числа выступов на внутреннем колесе n но не более чем на три.

4. Число зубьев сателлита зависит от степени искривления центроид солнечных колес и величины коррекции зубьев. Поэтому, для обеспечения необходимой производительности машины центроиды колес должны существенно отличаться от круглых $Z_2 < \frac{Z_3 - Z_1}{2}$.

Использование примитивов, дуг и окружностей, при формировании исходной центроиды внешнего колеса упрощает расчетные формулы и позволяет легко варьировать величинами параметров.

На основании построений, показанных на рис. 2, и теоремы [3] нетрудно получить уравнения центроид с различной формой основания. Ограничиваемся рассмотрением внешнего контура, составленного из сопряженных дуг окружностей. Внешний контур 3 распадается на $2N$ конгруэнтных участков, каждому из которых соответствует центральный угол Θ_3 . Для геометрического проектирования передачи достаточно ограничиться заданием одного из конгруэнтных участков внешнего контура, отвечающего $\Theta_3 = \pi/n_3$, и построить ролик и сопряженный участок ведомого контура. Задаваемый участок внешнего контура реализуется с помощью шести параметров: $l, a, R_1, R_2, B, \Gamma$, связанных между собой системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 + R_2 = (a^2 + l^2 - 2 \cdot a \cdot l \cdot \cos \theta_3)^{0.5} \\ R_2 \cdot \Gamma + R_2 \cdot B = L/2 \cdot n_3 \\ (R_1 + R_2)/\sin \theta_3 = a/\sin \Gamma \\ B = \theta_3 + \Gamma \end{array} \right. \quad (1)$$

Независимых параметров здесь только два, остальные получаются расчетно. Например, задаваясь значениями l и a , находим R_1, R_2, B, Γ .

Алгоритм построения профиля. В ходе изучения построения профилей шестерен, нами был выявлен тот факт, что профили внутренней шестерни, которые строились из заданного профиля наружной шестерни, так же состоят из примитивов. Это можно определить, наложив окружности на точки K_1P_1 и K_2P_1 .

Так как исходные параметры контуров это дуги и окружности, построение профиля в «Компас-3DHome» упрощает дальнейший расчет. Задача

сводится лишь к расчету системы уравнений и нахождению точки сопряжения двух дуг на внутренней шестерне в точке P_1 .

Определяем расстояние от центра оси до точки сопряжения дуг.

$$O_1P_1 = 2 \cdot l \cdot (R_1 + r) \cdot [b - \cos(\Gamma)] / O_1P_3 \quad (2)$$

где

$$b = (l^2 + R_1^2 + 2 \cdot R_1 \cdot r) / 2 \cdot l \cdot (R_1 + r) \quad (3)$$

O_1P_3 – это расстояние между центром оси и точкой пересечения дуг на внешней шестерне. Можно определить измерив в Компасе, либо расчетно:

$$O_1P_3 = \sqrt{l^2 + R_1^2 - 2lR_1 \cos \Gamma} \quad (4)$$

Определяем на каком углу находится точка сопряжения дуг

$$\Pi = 2 \cdot k \cdot \arctg \cdot \left[\operatorname{tg} \frac{\left(\frac{\Gamma}{2}\right)}{h} \right] - G - T \quad (5)$$

где

$$h = \left[\frac{(b-1)}{(b+1)} \right]^{0.5} \quad (6)$$

$$k = \left(b - \frac{R_1}{l} \right) / (b^2 - 1)^{0.5} \quad (7)$$

$$T = \arccos \left(\frac{O_1P_1^2 + l^2 - R_1^2}{2lR_1} \right) \quad (8)$$

Дальнейшее построение профилей производится при помощи инструментов «Компас-3DHome». На рис. 3 приведен пример построения роторного гидромотора с планетарным редуктором при сочетании арок 3x5.

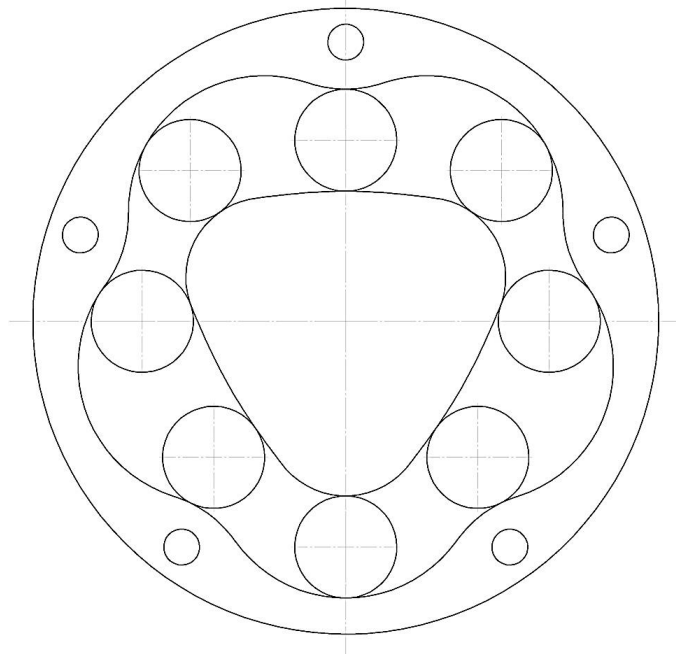


Рисунок 3 – Роторный гидромотор с планетарным редуктором при сочетании арок 3x5

Важно отметить, что при более точном математическом построении профилей шестерен, появляется необходимость ввода малого шага интегрирования, а также корректировки решения методом дихотомии, что существенно затрудняет его построение без применения специализированных программ. В «Компас-3DHome» мы можем получить более точное отображение примитивов без применения сложных расчетов.

Вывод. Применение «Компас-3DHome» существенно облегчает работу при построении профилей шестерен планетарного редуктора роторного гидромотора. Построенные графически профили гидромотора позволяют еще на начальном этапе проектирования визуализировать гидромотор, для его дальнейшей корректировки.

ЛИТЕРАТУРА

1. HYDROMECH [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.hydromech-rac.pl
2. Ан И-Кан. Синтез, геометрические и прочностные расчеты планетарных механизмов с некруглыми зубчатыми колесами роторных гидромашин : дис. докт. техн. наук : 01.02.06, 05.02.18 / Ан И-Кан. – Томск, 2001. – 236 с.
3. Бродский И.Л. Центроиды. Несколько лекций по теории плоского движения. Учебно-методическое пособие. Мурманск, НТФ "Комплексные системы", 1992. – 30 с.

УДК 553.91:552.08

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАФИТА

Т.С. Савельева, кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, E-mail: ziborov@nmu.org.ua

А.В. Тарновский, студент группы ПКмм-10-1

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

Аннотация. В работе приведены результаты исследования разрушающего напряжения при одноосном сжатии и на растяжение, модуля упругости и коэффициента Пуассона, модуля сдвига для графита и вмещающих пород. Полученные результаты позволяют выбрать размеры камер при переходе к подземной разработке месторождения с применением камерной системы с закладкой выработанного пространства хвостами обогащения.

Ключевые слова: разрушающие напряжения при одноосном сжатии и на растяжение, сопротивление сдвигу, модуль упругости, коэффициент Пуассона.

THE STUDY OF MECHANICAL PROPERTIES OF ROCKS OF GRAPHITE DEPOSIT

T.S. Savelyeva, Ph.D., Associate Professor of Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
E-mail: ziborov@nmu.org.ua

A.V. Tarnovsky, student of group PCmm-10-1
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. The work deals with the results of the study of destructive strength under axial compression and tensile strength, elastic modulus and Poisson's ratio, shear modulus for graphite and enclosing rocks. The obtained results allow to choose the dimensions of the cameras during the transition to underground mining of Deposit with application of a camera system with a mined-out space tails of enrichment.

Keywords: destructive strength under axial compression and tensile, shear strength, elastic modulus, Poisson's ratio.

Введение. Завальевский графитовый комбинат является одним из основных поставщиков кристаллического графита и коллоидно-графитовых препаратов для основных отраслей промышленности. Основными потребителями графита являются предприятия металлургической, электротехнической, авиационной, машиностроительной отраслей. Сырьевой базой комбината является Завальевское месторождение графита.

Завальевское месторождение графита находится на юго-западе Украинского кристаллического щита. В настоящее время отработка месторождения ведется открытым способом. Большая часть промышленных запасов находится в целиках под поймой реки Южный Буг, обогатительной фабрикой и поселком [1].

Для дальнейшего ведения горных работ открытым способом предусматривается сооружение плотины и руслоотводного канала, перенос имеющейся обогатительной фабрики и отчуждения земель площадью 400 га. Общая стоимость этих работ по предварительной оценке значительно выше предполагаемых затрат при переходе на добычу графита подземным способом. Для сохранения поверхности земли для нужд народного хозяйства, экологического равновесия промышленного района, занятости населения рекомендуется отработка месторождения комбинированным способом.

Цель работы. Целью работы является исследование физико-механических свойств графита и вмещающих пород для перехода к подземной разработке месторождения с возможностью применения

камерной системы разработки с закладкой выработанного пространства хвостами обогащения.

Участок "Промежуточный", на котором возможен переход на подземный способ отработки, находится на северной полосе синклинальной складки месторождения графитовых пород. Простираение пород – северо-западное, падение почти вертикальное (80 – 90°). Рудоносная толща представлена чередованием биотито-графитовых и биотито-гранатовых гнейсов со скарноидами, известняками и кварцитами. Мощность рудоносной толщи 300 – 350 м. Промышленные концентрации графита приурочены к каолинизированным и хлоритизированным разностям гнейсов. Мощность рудных тел колеблется от 1 до 25,2 м. Прослеживающиеся внутри рудоносной толщи тела скарноидов имеют такую же, как и рудные тела, морфологию. Мощность тел скарноидов колеблется от 4 до 28 м на западе участка и от 1 до 24 м на востоке. Количество тел скарноидов изменяется по разрезам от 4 до 6 м.

Почти вся левобережная площадь участка засыпана вскрышными породами (старые отвалы) и хвостами обогащения - тонкозернистыми песками. Мощность этих пород в восточной части участка достигает 23 м при ширине до 150 м. К северо-западу мощность "хвостов" и отвалов постепенно уменьшается до нуля. В целом по участку средняя мощность кайнозойских пород (включая хвосты) составляет около 20 м. Этот факт позволяет говорить о возможности использования «хвостов» для закладки выработанного пространства при переходе к подземной разработке месторождения.

Материал и результаты исследований. Исследования по определению разрушающего напряжения при одноосном сжатии и на растяжение проводились на образцах правильной формы по стандартной методике [2].

Согласно этой методике для испытаний использовали образцы цилиндрической формы с отношением диаметра к высоте равным единице. Диаметр испытуемых образцов составлял для графита 50 – 51 мм, для вмещающих пород – от 57 до 58 мм. Обработку образцов производили таким образом, чтобы отклонение от параллельности торцов и от перпендикулярности торцов к образующим цилиндра составляло до 0,05 мм. Испытания проводили на прессе марки ПГ-100А. Для строгого центрирования нагружения образцов применяли шариковое центрирующее устройство. Нагружение производили плавно, повышая нагрузку вплоть до разрушения образца и фиксируя при этом значение разрушающей нагрузки.

Предел прочности при одноосном сжатии определяли по формуле:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F}, \text{Па} \quad (1)$$

где P – разрушающая нагрузка, н ; F – площадь поперечного сечения, м².

Прочность при растяжении определена Бразильским методом на образцах правильной формы: керны диаметром 57 – 58 мм. Высота кернов равна диаметру. Определение производилось методом диаметрального сжатия, заключающегося в раскалывании цилиндрических образцов усилиями, приложенными по диаметрально противоположным образующим.

Расчет предела прочности на растяжение производился по формуле:

$$\sigma_{раст.} = 0,64 \frac{P}{d \cdot h}, \text{Па} \quad (2)$$

где P – разрушающая нагрузка, н ; d – диаметр образца, м; h – высота образца, м.

Характеристикой крепости породы при сдвиге служит ее сопротивление сдвигу, создаваемое двумя физическими факторами: внутренним трением и сцеплением. Внутреннее трение сравнительно легко поддается учету, так как представляет собой силу взаимодействия при деформации между минеральными частицами, пропорциональную нормальному напряжению от внешней нагрузки. Сцепление представляет собой ту часть сопротивления сдвигу, которая не связана с напряжениями от внешней нагрузки, а определяется только молекулярными силами связывания и может считаться величиной постоянной. Полное сопротивление породы сдвигу выражается, таким образом, в виде суммы внутреннего трения, вызванного внешними силами, и сцеплением. Полное сопротивление породы сдвигу определяли на образцах правильной формы [3]. Испытание образцов производилось на прессе с помощью наклонных матриц с углами $\alpha_1 = 35^\circ$ и $\alpha_2 = 55^\circ$.

Известно, что скорость распространения упругих волн зависит от модуля упругости материала. Поэтому в настоящее время для определения упругих показателей свойств горных пород (модуля упругости и коэффициента Пуассона) нашел широкое распространение метод определения скоростей распространения продольных и поперечных упругих волн – звуковой динамический метод. Этот метод в настоящее время является одним из наиболее перспективных, так как он значительно проще других известных (особенно статических) методов. Кроме того, он позволяет определять свойства горных пород, находящихся в массиве, что делает его незаменимым при проведении работ в натуральных условиях. Упругие показатели свойств горных пород, полученные при

статическом и динамическом нагружениях, по величине отличаются между собой вследствие различия характера деформирования пород.

Для определения модуля Юнга и коэффициента Пуассона динамическим методом применялась следующая аппаратура: ультразвуковой дефектоскоп УК-10П, избирательный усилитель ИГУ-60, звуковой генератор ЛИГ - 60, ламповый вольтметр, проводники из цирканат-титанат бария с $\delta = 10000$. При помощи этой аппаратуры находили два резонанса – поперечной и продольной волны, по которым определяли скорость прохождения продольной и поперечной волны.

Скорость прохождения продольной и поперечной волны определяли по формуле:

$$\begin{aligned} V_e &= 2l \cdot f_1, \text{ м / сек} \\ V_{\gamma\alpha} &= 2l \cdot f_2, \text{ м / сек} \end{aligned} \quad (3)$$

где l – длина образца, м; f – резонанс продольной волны.

Из отношения скорости продольной волны к скорости поперечной волны определяли коэффициент K , который равен:

$$K = \left(\frac{V_e}{V_\gamma} \right)^2 \quad (4)$$

Коэффициент Пуассона определяли по формуле:

$$\mu = \frac{K - 2}{2(K - 1)} \quad (5)$$

Значение динамического модуля упругости определяли после установления скорости прохождения продольной волны в образцах:

$$E = \frac{V_e^2 \rho}{\mu_u}, \text{ Па} \quad (6)$$

Модуль сдвига определяли по формуле:

$$\sigma = \frac{E}{2(1 - \mu)}, \text{ Па} \quad (7)$$

Средние данные по определению физико-механических свойств пород сведены в табл. 1.

Проведена оценка достоверности результатов экспериментальных исследований методом теории вероятности Монте-Карло [4]. Этим методом можно установить уровень доверия, то есть определить вероятность того, что при принятом количестве опытов среднее арифметическое значение прочности отклоняется от истинного значения менее чем на величину допускаемого отклонения δ . При определении механических свойств горных пород принято допустимое отклонение δ равное 20%. Установлено, что уровень доверия равен 0,84–0,99. Это позволяет утверждать, что количество опытов, принятое при определении

физико-механических свойств горных пород, достаточное, чтобы результаты исследований можно было считать достоверными.

Таблица 1. – Механические свойства и упругие характеристики графитовой руды и вмещающих пород.

№ пп	Наименование породы	Сжатие		Растяжение		Динамический способ			Модуль сдвига, 10^{-10} Па
		Количество образцов	$\sigma_{сж}$, МПа	Количество образцов	$\sigma_{раст}$, МПа	Количество образцов	Модуль упругости, 10^4 МПа	Коэффициент Пуассона	
1	Графит	9	20,2	6	1,0	8	1,55	0,26	0,61
2	Кварцит	8	60,3	7	8,8	8	5,42	0,21	2,24
3	Кальцифир	8	40,1	7	6,7	8	4,79	0,25	1,81
4	Гнейс	7	31,4	6	6,8	8	4,51	0,32	1,68
5	Скарноид	8	64,1	7	10,3	6	7,10	0,22	2,92

Вывод. Таким образом, в работе проведены исследования по определению физико-механических свойств графита и вмещающих пород, а именно разрушающего напряжения при одноосном сжатии и на растяжение, модуля упругости и коэффициента Пуассона, модуля сдвига. Эти данные позволяют выбрать размеры камер, отвечающие условиям длительной прочности при переходе к подземной разработке с применением камерной системы с закладкой выработанного пространства хвостами обогащения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузило В. И. Комбинированный способ разработки Завальевского месторождения графита / В. И. Бузило, Т.С. Савельева // Форум гірників – 2012 : матеріали міжнар. конф., 3 – 6 жовтня 2012 р. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – Т. 1. – С. 112-119.
2. Барон Л.И. Определение свойств горных пород / Л.И. Барон, В.М. Логунцов, Е.З. Нозин. – М : Госгортехиздат, 1962. – 332 с.
3. Турчанинов И.А. Современные методы комплексного определения физических свойств горных пород / И.А. Турчанинов, Р.В. Медведев, В.И. Панин. – М. : Недра, 1967. – 199 с.
4. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М. : Советское радио, 1972. – 306 с.

УДК 622.625.28

РАЗРУШЕНИЕ ГЕТЕРОГЕННОЙ СРЕДЫ ПРИ ИМПУЛЬСНЫХ НАГРУЗКАХ

Ю.В. Савченко, старший преподаватель кафедры технологии горного машиностроения Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, E-mail: savcheny@ua.fm

И.В. Вернер, заведующий лаборатории информационных технологий проектирования кафедры основ конструирования механизмов и машин Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, E-mail: ill3@mail.ru

Г.И. Саричева, студент группы АТММ-10-1 Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Аннотация. В работе проведено теоретическое исследование прогнозирования количества осколков и их различных характеристик тела подверженного быстро напряжённому состоянию за пределами прочности материала.

Ключевые слова: твёрдый сплав, импульсные нагрузки, осколки, прогнозирование, взрыв.

FRACTURE HETEROGENEOUS ENVIRONMENTS UNDER IMPULSIVE LOADS

Y. Savchenko, Senior Lecturer, Department of Mining Engineering State Higher Educational Institution "National Mining University" in Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: savcheny@ua.fm

I. Verner, Head of informational technology design laboratory, Machinery Design Bases Department State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: ill3@mail.ru

G. Sarycheva, Student of group АТММ-10-1 State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. In this paper, a theoretical study of forecasting the amount of fragments and their various characteristics of the body exposed to quickly stress state outside the strength of the material.

Keywords: tungsten carbide, impulsive loads, debris, forecasting, explosion.

Введение. Практически все конструкционные материалы неоднородны по своей структуре. В одних случаях это обусловлено технологией изго-

товления материалов (пористость, различного рода инородные включения), в других вторая фаза вводится с целью достижения комбинации свойств, не присущих каждому из компонентов (твёрдые сплавы).

Если некоторый объём твёрдого тела подвержен быстро напряжённому состоянию за пределами прочности материала, то разрушение носит множественный характер и сопровождается образованием осколков самых различных форм и размеров. Такое разрушение имеет место при ударе и взрыве. Проблема прогнозирования количества осколков и их различных характеристик имеет важное прикладное значение [1, 3].

Знание распределения энергии взрыва по среде, окружающей заряд, позволяет судить не только о геометрических размерах зоны разрушения, но и о крупности дробления [2].

Цель работы. Провести теоретическое исследование прогнозирования количества осколков и их различных характеристик тела подверженного быстро напряжённому состоянию за пределами прочности материала. Решение задачи требует подробного анализа поля скоростей по осям координат v_1, v_2, v_3 , так как в общем случае сообщенная среде кинетическая энергия только частично расходуется на разрушение среды, а оставшая часть этой энергии затрачивается на перемещение отделившихся кусков.

Материал и результаты исследований. Получим основные расчетные соотношения непосредственно из рассмотрения баланса энергии, произвольно выделенного в среде элемента. Деформации произвольного достаточно малого элемента в общем случае состоят: 1) из поступательного движения элемента, 2) из его вращения как твердого тела и 3) из собственно деформаций относительно некоторой системы координат, неразрывно связанной с частицами этого элемента.

О величине и направлении скорости поступательного движения данного элемента можно судить по вектору скорости v_{10}, v_{20}, v_{30} частицы, лежащей в центре инерции этого элемента. Поэтому для составления баланса энергии достаточно рассмотреть поле относительных скоростей $v_1 - v_{10}, v_2 - v_{20}, v_3 - v_{30}$. В случае, если начальное поле скоростей вызвано действием взрыва, то скорости имеют потенциал, и, следовательно, вращательное движение отсутствует. Таким образом, поле относительных скоростей полностью определяет деформации выделенного элемента.

При деформациях малых элементов всякий объём, ограниченный поверхностью второго порядка, переходит в другой объём, также ограниченный поверхностью второго порядка, так как в этих условиях мы ограничиваемся лишь вторыми степенями расстояний между точками и отбрасыва-

ем по малости члены, содержащие более высокие степени. Поэтому, например, объём, ограниченный какой-либо сферой, описанной вокруг центра инерции элемента, после деформирования будет ограничен поверхностью трехосного эллипсоида. Последняя же поверхность может быть получена из начальной сферы, как известно, путем растяжений (или сжатий) по трем взаимно перпендикулярным главным направлениям.

Если оси координат будут совмещены с этими главными направлениями, то кинетическая энергия, идущая на деформирование единицы объема данного элемента, будет равна сумме кинетических энергий, затрачиваемых на растяжение элемента по каждому из главных направлений в отдельности. Действительно, из соотношения, определяющего вектор скорости по его составляющим v_1, v_2 и v_3

$$V^2 = v_1^2 + v_2^2 + v_3^2,$$

имеем

$$E = \frac{\rho V^2}{2} = E_1 + E_2 + E_3.$$

Вырежем рассматриваемый элемент в форме кубика, ребра которого параллельны осям координат и равны $2a$, таким образом, что начало координат совпадает с его центром инерции (рис. 1). Тогда при растяжении вдоль оси x абсолютные скорости его частиц будут определяться общим выражением

$$v_1 = v_{10} + x \frac{\partial v_1}{\partial x}$$

Отсюда находим относительные скорости

$$v_1 - v_{10} = x \frac{\partial v_1}{\partial x}$$

Вычислим кинетическую энергию E идущую на растяжение кубика по оси Ox . Она будет, очевидно, равна

$$E_1 = \int_{-a}^{+a} \frac{\rho (v_1 - v_{10})^2}{2} (2a)^2 dx = 4\rho a^2 \int_0^a \left(x \frac{\partial v_1}{\partial x} \right)^2 dx = 4\rho a^2 \left(\frac{\partial v_1}{\partial x} \right)^2 \int_0^a x^2 dx = \frac{4}{3} \rho a^5 \left(\frac{\partial v_1}{\partial x} \right)^2.$$

Следовательно, полная энергия деформации будет равна сумме энергий растяжения по трем главным направлениям и составит

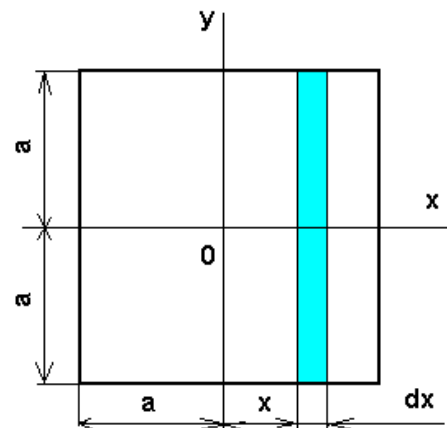


Рис. 1 Исследуемый элементарный объём

$$E = \frac{4}{3} \rho a^5 \left[\left(\frac{\partial v_1}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_2}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_3}{\partial z} \right)^2 \right]$$

С другой стороны, если размеры кубика соответствуют размерам отделившегося куска, то найденная энергия должна быть равна работе разрушения среды в объеме кубика, т. е.

$$E = 8a^5 A,$$

где A – удельная работа разрушения среды, отнесенная к единице объема. Из последних двух выражений находим размер кусков

$$a = \sqrt[5]{\frac{6A}{\rho \left[\left(\frac{\partial v_1}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_2}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_3}{\partial z} \right)^2 \right]}}$$

При этом входящие в знаменатель производные должны быть взяты по главным направлениям.

Вместо удельной работы A можно внести критическую скорость $v_{кр}$ из условия, что

$$A = \frac{\rho v_{кр}^2}{2}$$

Тогда получим

$$a = \frac{v_{кр} \sqrt{3}}{\sqrt[5]{\left[\left(\frac{\partial v_1}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_2}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_3}{\partial z} \right)^2 \right]}} \quad (1)$$

В общем случае главные направления деформаций не совпадают с осями координат. Поэтому в уравнении (1) следует знаменатель преобразовать к произвольной прямоугольной системе координат. Наиболее просто это преобразование можно выполнить, если ввести потенциал скорости Φ . Следовательно

$$H = \left(\frac{\partial v_1}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_2}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_3}{\partial z} \right)^2 = \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} \right)^2 = \sum_i \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial w_i^2} \right)^2$$

При преобразовании координат в другую прямоугольную систему x_1, y_1, z_1 значения Φ , конечно, останутся без изменения. Нужно будет лишь вычислить новые значения производных

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = b_{11} \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} + b_{21} \frac{\partial \varphi}{\partial y_1} + b_{31}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y} = b_{12} \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} + b_{22} \frac{\partial \varphi}{\partial y_1} + b_{32}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial z} = b_{13} \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} + b_{23} \frac{\partial \varphi}{\partial y_1} + b_{33}$$

Здесь коэффициенты **b** сокращенно обозначают производные новых координат по старым

$$b_{11} = \frac{\partial x_1}{\partial x}, b_{12} = \frac{\partial x_1}{\partial y}, b_{13} = \frac{\partial x_1}{\partial z}, b_{21} = \frac{\partial y_1}{\partial x}, \dots$$

Рассмотрим подробно вращение системы около оси z. Тогда изменяются только две координаты x и y. При этом имеют место следующие соотношения

$$x_1 = x \cdot \cos \alpha + y \cdot \sin \alpha$$

$$y_1 = y \cdot \cos \alpha - x \cdot \sin \alpha$$

Тогда получим

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} \cos \alpha - \frac{\partial \varphi}{\partial y_1} \sin \alpha$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} \sin \alpha + \frac{\partial \varphi}{\partial y_1} \cos \alpha$$

Повторным дифференцированием находим

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_1^2} \cos^2 \alpha - 2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_1 \partial y_1} \sin \alpha \cos \alpha + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y_1^2} \sin^2 \alpha$$

Соответственно будем иметь

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_1^2} \sin^2 \alpha + 2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_1 \partial y_1} \sin \alpha \cos \alpha + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y_1^2} \cos^2 \alpha$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_1^2} \sin 2\alpha + 2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_1 \partial y_1} \cos 2\alpha - \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y_1^2} \sin 2\alpha$$

Теперь можно составить из вторых производных инвариант, который сохраняет свое выражение при перемене координат

$$\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} \right)^2 = \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_1^2} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y_1^2} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_1 \partial y_1} \right)^2$$

В общем случае при изменении всех координат точки сохраняется следующий инвариант

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}\right)^2 + \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}\right)^2 + \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial z}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y \partial z}\right)^2 = \\ & = \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_1^2}\right)^2 + \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y_1^2}\right)^2 + \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial z_1^2}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_1 \partial y_1}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_1 \partial z_1}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y_1 \partial z_1}\right)^2 \end{aligned} \quad (3)$$

В частном случае, если оси координат совпадают с главными направлениями и одновременно с главными осями эллипсоида деформаций, то эти оси являются в то же время и осями симметрии, вследствие чего смешанные производные обращаются в нули. Отсюда следует, что в знаменателе формулы (1) под знаком корня должен стоять инвариант (3), вследствие чего расчетная формула будет иметь следующий вид,

$$a = \frac{v_{кр} \sqrt{3}}{\sqrt{\sum_i \sum_j \frac{\partial^2 \varphi}{\partial w_i \partial w_j} \cdot \delta_i^j}}, \quad (4)$$

где δ_i^j - символы Кронекера, причем под радикал корня должны входить все вторые производные φ , как в выражении (3).

Если нам известно поле потенциала скорости, то по уравнению (4), можно определить крупность дробления по всей среде, окружающей заряд уточняя границы зоны дробления.

Например, в случае сферической симметрии имеем

$$v_{кр} = \frac{\theta}{r^2},$$

где θ - функция, зависящая от времени и позволяет вычислить скорость v в любой момент t на любом расстоянии r ; в момент времени t скорость убывает по мере удаления от заряда обратно пропорционально квадрату расстояния r ;

$$\frac{\partial v_1}{\partial x} = \frac{\partial v_1}{\partial r} = -\frac{2 \cdot \theta}{r^3}, \quad \frac{\partial v_2}{\partial y} = \frac{\partial v_3}{\partial z} = \frac{v_1}{r} = \frac{\theta}{r^3}.$$

Следовательно

$$a = \frac{v_{кр} \sqrt{3}}{\sqrt{\frac{4 \cdot \theta^2}{r^6} + \frac{\theta^2}{r^6} + \frac{\theta^2}{r^6}}} = \frac{v_{кр} \cdot r^3}{\theta \sqrt{2}} \quad (5)$$

Последнее соотношение дает результаты в отношении распределения крупности дробления. Предварительно построим на рис. 2 кривую. На поверхности заряда в точке А находятся внутренние грани кусков первого ряда. Поэтому из точки А проводим под углом в 45° прямую АВ до пересечения с кривой в точке В, т.к. главные направления деформаций совпадают с осями координат. Соответствующая ордината $a_1=BC$ определит размер этих кусков и положение в точке D внутренних граней второго ряда. Повторив указанное построение, находим, средний размер кусков второго ряда $a_2=EF$. Прямая, проведенная из точки G может и не пересекаться с кривой и, следовательно, дальнейшее дробление будет невозможным.

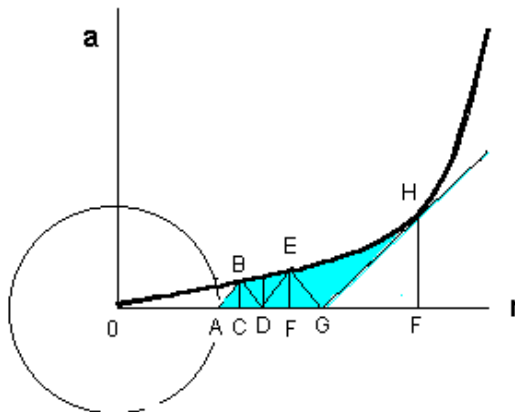


Рис. 2 График распределения крупности дробления

Вывод. На основании проведенных исследований можно прогнозировать количество осколков и их различные характеристики для тела подверженного быстро напряжённому состоянию за пределами прочности материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.В. Савченко, О.С. Караваева Моделирование разрушения гетерогенной среды при высокоэнергетических нагрузках // Трансфер технологій: від ідеї до прибутку : матеріали 1 міжнар. наук.-практ. конф. студ., асп. и мол. учених в 2 Т.- Д.: НГУ, 2010 Т. 1. – С. 101-103.
2. Патент №15322, МКИ В22F 3/08, 3/12; С22В 34/36 (Украина). Дідик Р.П., Савченко Ю.В., та ін. Спосіб регенерації вольфрамовмісних твердих сплавів. - Бюл. № 6. – 2000.
3. К.П. Станюкович. - Неустановившиеся движения сплошной среды. М., 1978 - С. 421-430.

UDK 624.131

DEPTH EROSION OF TECHNOGENIC LOADED LOESS SLOPES

I. Sadovenko, Dr. Sci. (Tech.), Professor of Hydrogeology and Engineering Geology Department

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
E-mail: sadovenkoi@nmu.org.ua

N. Derevyagina, junior research fellow of Hydrogeology and Engineering Geology Department

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
E-mail: natali.derev@gmail.com

Abstract. Complement series of loess soils was carried out to identify a mechanism of the soil restructuring in the process of filtration and to demonstrate qualitative nature of gravel and sludge evacuation as well as its metamorphosis under various conditions. The experiments, concerning filtration movement of water in a device of triaxial compression, make it possible to evaluate structure changes taking place during the process; besides, a method of erosion forming is identified. Identify prognostic boundaries for transformation of suffusion processes into erosion ones.

Keywords: loess soil, filtration inversion, erosion, triaxial compression.

ГЛУБИННАЯ ЭРОЗИЯ ТЕХНОГЕННО НАГРУЖЕННЫХ ЛЕССОВЫХ СКЛОНОВ

И.А. Садовенко, доктор технических наук, профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: sadovenkoi@nmu.org.ua

Н.И. Деревягина, младший научный сотрудник кафедры гидрогеологии и инженерной геологии

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: natali.derev@gmail.com

Аннотация. Проведена серия испытаний лессовых пород с целью установления механизма протекания перестройки структуры породы при фильтрации, а также для представления количественного характера процесса выноса грунтового материала и его изменениях в различных условиях. На основании экспериментальных исследований фильтрационного движения воды в приборе трехосного сжатия оценены изменения структуры, происходящие при этом, а также установлен механизм образования эрозионных промоин в образцах. Установлены прогнозные границы перехода суффозионных процессов в эрозионные.

Ключевые слова: лессовые породы, фильтрационная инверсия, эрозия, трехосные испытания.

In paper [1] we evaluate changes taking place in loess in the process of its saturation and technogenic underflow filtration. Experimental results obtained in a device of triaxial compression TriSCAN (VJTech, Great Britain) helped to establish the inversion of loess filtration anisotropy in comparison with its natural occurrence. If radial load is $\sigma_3 = 300$ kPa, then suffusion, passing into erosion with preceding phase of hydraulically inert cavities formation, is observed. On the assumption on the results, complement series of loess rocks was carried out to identify a mechanism of the rock restructuring in the process of filtration and to demonstrate qualitative nature of gravel and sludge evacuation as well as its metamorphosis under various conditions. Moreover, grain size measurements were performed for the rock and for evacuated material.

Similarly to [1], adown and surface-perpendicular to surface formation effect of filtration flow on soil was analyzed; however, the emphasis is upon the filtration formed in parallel to stratum. Samples of loess of quaternary from such Dnipropetrovsk gulches as Tonnelna and Topolyna were tested under the conditions of triaxial compression. To correct load ranges for erosion forming, 250-300-350 kPa geostatic pressure was applied. Pressure gradient in the sample was 20 kPa corresponding to actual conditions of the soil mass.

First series of tests met the requirements of adown filtration technique. Suffusion with small share of evacuated particles and the greatest activity during first hours after filtration has started (4-5 hours) takes place. Certain impulses of the material evacuation fall at a period of up 2 hours; then the evacuation minimizes, and dying period is 12 hours to be in accordance with the sample gradual restructuring. No deformations, flaws, cavities, and visible dislodgements showed following visual inspection of tested samples.

Results obtained while using the tests, carried out in parallel to stratum, are much different.

For all samples tested at $\sigma_3 = 300$ kPa, and one sample tested at $\sigma_3 = 250$ kPa, erosion formation was visually documented; the erosion exposes after 6-8 hours after filtration process has started. The quantity of particles exposing in the period of the test has been documented; granulometric analysis (according to Sabanin) of both original and evacuated rock material has been carried out (Fig. 1). Fig. 2 demonstrates visible changes in the samples.

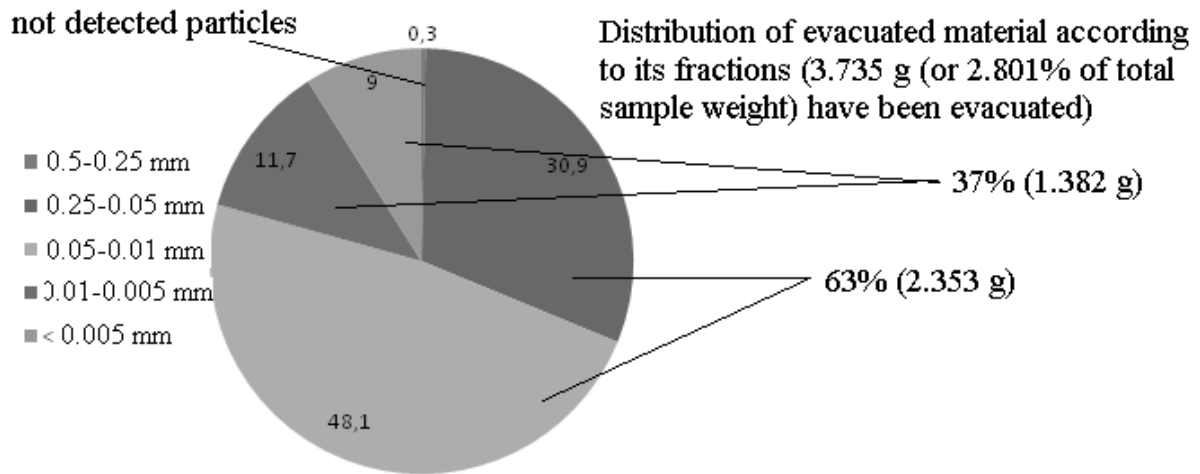


Figure 1 – Averaged results of granulometric analysis of covered loess in the process of suffusion

The most intensive process of the particles evacuation (72% of total mass) took place from 2.5 to 6.0 hours in terms of the filtration start. Fig. 2 demonstrates that in the majority of cases the period takes noticeable changes in the sample volumetric deformation values.



Figure 2 – Erosion in loess samples for filtration technique taking place in parallel with stratum

In accordance with granulometric ratio of coming out particles, periodicity and changes in volumetric deformations one may conclude that in considered loess, soil congeries removal takes place rather than separate particle removal. Just at initial stages of filtration the evacuation of relatively identical soil fraction took place; subsequently, fractional evacuating composition coincides with total one. Hence, if only separate particles release was involved, then the struc-

ture experienced its transformation forming dislodgement zone rather than erosion cavity.

Analysis of the results concerning changes in volumetric deformations, the qualitative ranges of removed particles as well as visual observations makes it possible to identify prognostic zone of suffusion transformation into the first erosion stage and formation of closed channel with inert drain surface (Fig. 3).

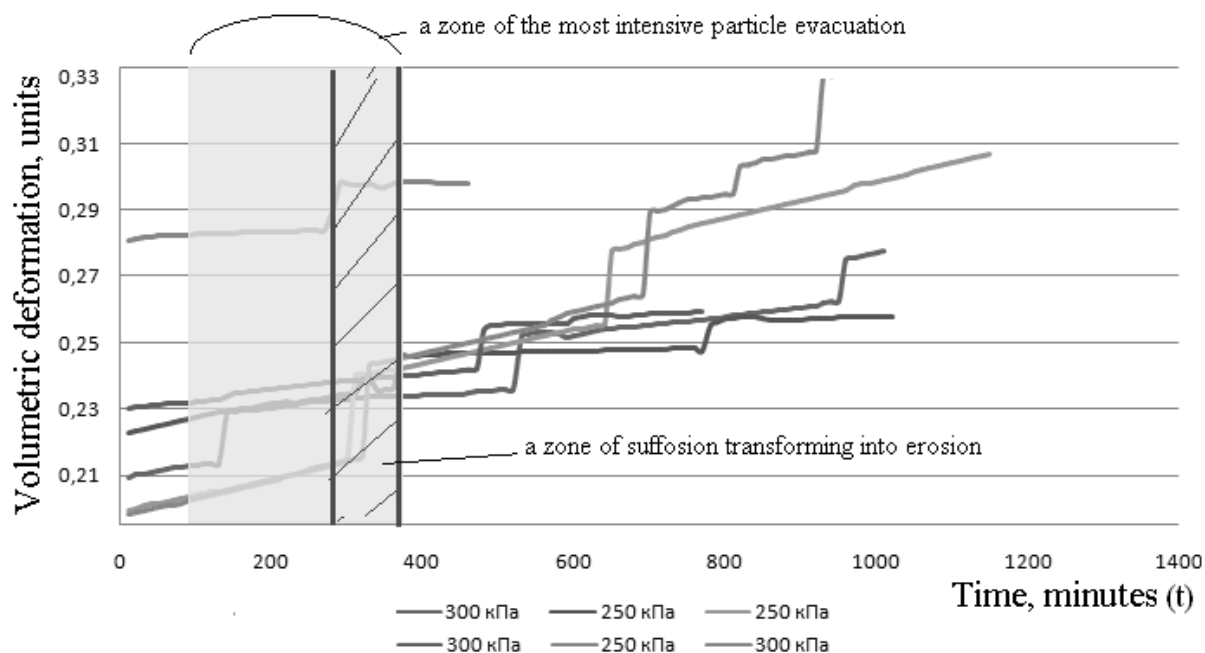


Figure 3 – Generalized results of loess tests in parallel to stratum:
250 and 300 kPa are load ranges

Conclusions. The experiments, concerning filtration movement of water in a device of triaxial compression, make it possible to evaluate structure changes taking place during the process; besides, a method of erosion forming is identified. Erosion can not be formed in the process of vertical filtration; if filtration in parallel to stratum takes place are applied to identify prognostic boundaries for transformation of suffusion processes into erosion ones. Average values of particle removal as well as their granulometric composition for the Dnieper region loess soil (2.801% of the sample weight) have been obtained. The research is the basis to prognosticate so-called liquefaction slides being a result of technogenic filtration load of slopes.

REFERENCES

1. Садовенко И.А. Экспериментальные исследования суффозионных и эрозионных деформаций лессовых пород / И.А. Садовенко, Н.И. Деревягина // Вісник Кременчуць-

кого національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук, 2013. – № 4 (81). – С. 126 – 131.

УДК 669.15.018.583

ОБРОБКА АЛЮМІНІЄВИХ РОЗПЛАВІВ ПЛАЗМОВИМ СТРУМЕНЕМ

К.О. Сергєєва, кандидат технічних наук, асистент кафедри фізико-хімічних основ технології металів

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, e-mail: eka_sergeeva@ukr.net

К.В. Жердєв, студент групи ФС-01 кафедри фізико-хімічних основ технології металів

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, e-mail: krestovskiy.cool@gmail.com

Анотація. Визначені енергетичні параметри заглибленого у метал плазмового газового струменя, досліджено фізико-хімічні та масообмінні процеси в розплаві при обробці його газореагентним середовищами.

Ключові слова: метал, плазмотрон, сплав, рафінування, плазмовий струмінь.

PROCESSING OF ALUMINUM MELT OF PLASMA JETS

K. Sergeieva, Candidate of Science, assistant Department of Physical and Chemical Fundamentals of Metals Technology

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine, e-mail: eka_sergeeva@ukr.net

K. Zherdiev, Student FS – 01 Department of Physical and Chemical Fundamentals of Metals Technology

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine, e-mail: krestovskiy.cool@gmail.com

Abstract. The identified energy parameters absorbed in metal plasma gas jet investigated physico-chemical and mass transfer processes in the melt when processing it environments.

Keywords: metal, plasma torch, alloy refining, the plasma jet.

Вступ. Неможливість ефективної обробки всього об'єму рідкого металу у багатотонному агрегаті призвела до необхідності безперервного процесу позапічного рафінування розплаву у невеликих установках. Разом з цим безперервність процесу накладає додаткові вимоги на організацію масопереносу газів і шкідливих домішок із розплаву у рафінуючу фазу. Це

обумовлено значним скороченням часу взаємодії розплаву з рафінуючими реагентами при проходженні його через установки. І для ефективної очистки сплавів від газів та неметалевих включень обробку металу потрібно вести достатньо інтенсивно.

Головною перевагою глибинної обробки сплавів плазмовим струменем, в порівнянні з іншими технологіями, є можливість одночасного інтенсивного перемішування ванни нагрітим газом та регулюванням перегріву розплаву при обробці сплаву. Значний перегрів сплавів в реакційній зоні плазмового струменя при інтенсивному їх перемішуванні повинні забезпечувати швидке руйнування мікрогруповань і скорочення часу переходу розплаву в однорідний стан в порівнянні зі звичайною термічною обробкою.

Мета досліджень. Виконати теоретичні та експериментальні дослідження гідроаеродинамічних, тепломасообмінних та фізико-хімічних процесів в розплавах при глибинній взаємодії їх з плазмореагентними середовищами.

Матеріал та результати досліджень. Створені конструкції плазмових установок, які дозволяють виконувати глибинну обробку металевих розплавів газом, рідкими і твердими реагентами. В якості плазмотворюючого газу використовують аргон, азот чи їх суміш. Створені установки дозволяють підтримувати в заданих межах чи перегрівати розплав в процесі обробки; ефективно рафінувати і модифікувати метал; скорочувати витрати реагентів на обробку сплавів; підвищувати вихід якісних виливків та суттєво покращувати екологічний стан у цеху.

Для обробки металевих розплавів у ковші чи печі ємністю до 0,5 т використовується установка, основними вузлами якої являються погрузний плазмотрон з поворотним механізмом його переміщення. Плазмотрон кріпиться до вільного кінця консольного важеля. За допомогою системи тяг та пари гвинт-гайка важіль переміщується по вертикалі відносно нерухомого його кінця, який закріплений до колони. Цим самим забезпечується переміщення плазмотрона у вертикальній площині. Гвинт обертається мотор-редуктором МВР-0,2-0,75/280, який забезпечує швидкість переміщення плазмотрона до 2,5 м/хв.

Електрична схема забезпечує роботу установки в автоматичному та ручному режимах. Керування роботою установки відбувається з закріпленого на стойці пульта, на який винесені прилади та світлова сигналізація технологічного процесу. У схемі передбачене блокування включення плазмотрона при відсутності подачі плазмотворюючого газу. Джерелом живлення плазмотрона слугує випрямляч типу ВДУ 506-У3 чи аналогічний з на-

пругою холостого ходу не менше 80 В і падаючою вольтамеперною характеристикою. [1]

Система подачі плазмоутворюючого газу складається з рампи з балонами, вологовідокремлювача, ротаметра, регулюючого вентиля і електричного пневмоклапана. Система газової подачі забезпечує регулювання витрат плазмоутворюючого газу в межах 0,3 – 1,0 м³/год.

Плазмова установка може монтуватися безпосередньо біля роздаткової чи плавильної печі, для обробки металу в ковші – зручній для обслуговування ділянці ливарного цеху. Необхідна площа для розміщення установки не перевищує 1 м².

Технологія отримання із сплаву литих виробів включає 3 етапи:

- обробку розплаву рафінуючо- модифікованим флюсом в кількості 0,1 – 0,15 % від маси металу;
- вакуумування розплаву в роздатковій печі опору 20 – 25 хвилин;
- термічну обробку виливок по режиму Т6.

Після заміни двох перших етапів плазмовою обробкою розплаву відносне видовження у виливках збільшилась у 1,4 – 1,6 рази, а міцнісні характеристики до рівня вакуумованого металу. Нова технологія наряді з підвищенням якості металу дозволила спростити процес виготовлення виливків і збільшити його виробництво, скоротити у 2 рази витрати флюсів на обробку.

Проведені дослідження температурного стану розплаву при його обробці заглибленим плазмовим струменем. При цьому алюмінієвий сплав АК7 продували аргоном через плазмотрон потужністю 16 кВт при витратах газу 0,6 м³/год. Розплав обробляли в печі опору з тиглем місткістю 80 кг.

Температуру плазмового струменя поблизу сопла визначили експериментально шляхом розплавлення циліндричного зразка ($\Phi=3 \cdot 10^{-3}$ м) з карбїду титану з відомою температурою плавлення 3530 К. На різній відстані від сопла плазмотрона, що працює при таких самих енергетичних параметрах, розміщали фіксований у титановій трубці зразок. Установили, що на відстані не менше $(10 - 11) \cdot 10^{-3}$ м від сопла дослідний матеріал розплавляється плазмовим струменем. При віддаленні карбїду титану від сопла на більшій відстані він не плавиться, а виникає там лише часткова сублимація вуглецю зі зразка. Ці експериментальні дані дозволили визначити температурний стан розплаву в реакційній зоні плазмового струменя. [2]

Температура розплаву в реакційній зоні по мірі наближення до сопла плазмотрона підвищується і на виході газу з при катодної зони досягає 5000 К. Відомо, що випаровування алюмінію виникає при температурі вище 2700 К, міді – 2820 К, марганцю – 2820 К, магнію – 1360 К, цинку – 1180 К. Ці компоненти в різній кількості містяться в алюмінієвих сплавах систем

Al-Si-Cu, Al-Si-Mg, Al-Mg. Виходячи з цього, слідує прогнозувати можливість значних змін в будові розплаву, обумовлених випаровуванням компонентів сплаву у високотемпературній зоні плазмового струменя з наступною конденсацією парів при видаленні з цієї зони.

Отримані дані про температурний стан металу дозволили визначити об'єми в зоні введення плазмового струменя, де можливе випаровування алюмінію та інших компонентів сплаву. Частина цих об'ємів зайнята розплавом, інша – інертним газом. Між масою розплаву і кількістю газу у високотемпературному об'ємі можуть бути різні співвідношення, що залежать від режиму роботи плазмотрона, природи плазмоутворюючого газу, складу сплаву та ін.

Вспливаючі з нагрітого об'єму пухирці газу викликають горизонтальне і вертикальне зміщення сусідніх шарів розплаву. Об'єм розплаву, що поступив з нижніх шарів, миттєво компенсується рівним йому об'ємом з верхніх шарів. Таким чином, в реакційній зоні заглибленого плазмового струменя відбувається постійне оновлення високотемпературного об'єму розплаву на менш холодний, який потім також нагрівається до температур випаровування компонентів сплаву. При цьому верхні шари нагрітого розплаву виносяться зворотнім потоком з реакційної зони струменя швидше в порівнянні з нижніми. [3]

Для оцінки процесу випаровування прийняли по даним фізичного моделювання прийняли швидкість зворотного потоку струменя 0,4 м/с. За середній шлях переміщення нагрітих шарів розплаву в зворотному потоці прийняли 0,5 діаметра високотемпературного об'єму в реакційній зоні струменя і оцінили час, протягом якого компоненти сплаву в ньому випаровуються. Визначили наближену масу випаруваних компонентів сплаву в одиницю часу з рівняння:

$$G = \Delta V \cdot \rho / \tau, \quad (1)$$

де ΔV – об'єм випаровування, м³,

ρ – густина розплавленого металу, кг/м³

τ – час випаровування компонента, с.

Для умов експерименту розраховали масу випареного металу в досліджуваному сплаві з вмістом, мас. % (Si – 6,4; Cu – 1,45; Mg – 0,31; Zn – 0,65; Mn – 0,24; Fe – 0,58; Ni + Ti ≤ 0,08; Al – інше), яка представлена у табл. 1:

Таблиця 1. – Швидкість випаровування компонентів сплаву АК7 при обробці розплаву плазмовим струменем

Компоненти розплаву	Концентрація у сплаві, мас. %	Густина розплавленого компоненту, кг/м ³	Температура випарування, К	Час випаровування, с	Об'єм випаровування $\Delta V \cdot 10^{-6}$, м ³	Маса випарованого компоненту, кг/зв
Алюміній	90,3	2370	2700	0,05	24,4	0,156
Кремній	6,4	2500	2620	0,057	33,4	0,018
Мідь	1,45	7900	2820	0,04	17,12	0,0046
Магній	0,31	1700	1360	0,14	90,4	0,004
Цинк	0,65	6600	1180	0,18	123,3	0,0066
Марганець	0,24	7000	2370	0,07	43,7	0,003

Приведені дані свідчать, що за хвилину плазмового впливу на розплав може випаруватися приблизно 0,18 - 2,0 кг компонентів сплаву. В реальних умовах маса випарованого металу буде більшою, оскільки промислові сплави вміщують не враховані в розрахунку компоненти (Fe, Ni, Ti), а також домішки (Na, Ca, Pb та ін.) з меншою температурою випаровування в порівнянні з досліджуваними.

Із збільшенням потужності плазмотрона кількість випарованого металу за час обробки сплаву буде також підвищуватися. Утворені пари металів частково поступають у газові пухирці і разом з ними виносяться з реакційної зони струменя в периферійний об'єм ванни. Пари, що залишилися, поступають у розплав і охолоджуються до його середньомасової температури („конденсуються”). За рахунок дроблення газових пухирців чи злиття їх у більші пари металів з них також поступають у розплав і охолоджуються. При охолодженні парів у розплаві утворюються частинки „конденсату” та мікрооб'єми, які в залежності від критичних розмірів, інтенсифікують процес зародкоутворення для різних компонентів сплаву, і подібно до оксидних включень, – для газових пухирців водню. Інші мікрооб'єми можуть знаходитися у розплаві деякий час у вигляді кластерів з великою кількістю активованих атомів. В процесі конденсації парів металу виділяється теплота фазового переходу, яка збільшує час існування активованих атомів в мікрогрупованнях. Такі зміни у будові розплаву, що відбуваються при глибокій обробці плазмореагентним струменем, впливають на структуру і міцнісні характеристики виливка.

Висновки. Установлено, що при глибинній обробці розплаву плазмовим струменем масообмінні процеси у ванні рідкого металу протікають на 25 – 70 % інтенсивніше, ніж при продувці холодним газом.

В зоні поверхневого нагріву плазмою температура металу досягає 3000-3500 К при середньомасовій його температурі у ванні 1870 – 1890 К. При таких температурних градієнтах у ванні виникають конвективні потоки, що перемішують розплав в процесі нагріву. В зоні заглибленого плазмового струменя температура металу на 400 – 600 град перевищує середньомасову.

При охолодженні пухирців нагрітого плазмовим струменем газу до середньомасової температури алюмінієвого розплаву їх радіуси за 0,2 – 0,4 мс зменшуються на 25 – 40 %. В результаті цього скорочується у 1,5 – 2,5 рази час оновлення межового шару у газовому пухирці.

Промислове освоєння розроблених технологій показало, що плазморреагентна обробка алюмінієвих сплавів дозволяє :нагрівати розплав в процесі рафінування; знизити у виливках вміст водню на 70 – 80 %, неметалевих включень – в 2 – 2,3 рази; збільшити межу міцності на розрив литого металу на 14 – 26 %, відносне подовження – на 35 – 54 %; зменшити брак виливків на 20 – 30 % та скоротити витрати.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глибинна обробка алюмінієвого розплаву плазмовим струменем / К.О.Сергеева, В.М. Лавренко, Р.Ю Добров, О.В. Кілікєєв //Vedecke myslene inflacniho stoleti – 2008. – С. 32 – 35.
2. Рафинирование алюминия заглубленной в расплав высокотемпературной газовой струей/ В.Л Найдек., А.В. Наривский, Н.С. Ганжа, Ю.Д. Останин – Цветные металлы.- 1988. – №9. – С. 54 – 55.
3. Наривский А.В. Влияние плазмореагентной обработки расплава на микроструктуру и прочностные характеристики алюминиевых сплавов // Процессы литья. – 1997. – №2. – С. 21 – 25.

УДК 669:628.16.06

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ТЕЧЕНИЯ ВОДЫ В РУЛОННОМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОМ МОДУЛЕ

А. Н. Тумин, аспирант кафедры прикладной гидромеханики
Государственное высшее учебное заведение «Донбасский государственный технический университет», г. Алчевск, Украина, e-mail: a_tumin@mail.ru

Аннотация: При выборе типа мембранного модуля для условий очистки воды посредством мембранных технологий большое значение имеют гидродинамические ха-

раактеристики ее потока в напорном канале модуля. Правильный выбор конструкции последнего обеспечивает достижение оптимальной эффективности работы всей ультрафильтрационной установки, что возможно только после проведения, в первую очередь, детальных теоретических исследований собственно процесса очистки воды в напорном канале модуля с целью определения наиболее рационального режима работы выбранной установки. В данной работе представлено теоретическое исследование характера течения воды в разделительном (напорном) канале рулонного ультрафильтрационного модуля (РУФМ), рассмотрен режим течения воды и отмечена важность роли скоростей потока воды и фильтрации в нем на примере гидродинамических очистителей, определены дальнейшие пути исследований.

Ключевые слова: вода, ультрафильтрация, рулонный модуль, касательное напряжение.

THEORETICAL RESEARCH OF WATER FLOW CHARACTER INSIDE A ROLL ULTRAFILTRATION MODULE

A.N. Tumin, Postgraduate student, Department of Applied Hydromechanics State High Educational Institution "Donbass State Technical University", Alchevsk, Ukraine, e-mail: a_tumin@mail.ru

Annotation. While choosing the type of membrane module for conditions of water treatment by membrane technologies a great value of importance goes to hydrodynamic characteristics of its stream in flow channel of module. The right choice of construction will provide optimal effectiveness of the whole ultrafiltration installation's work that is on possible after precise theoretical research on the process of water treatment in flow channel of module in order to find the most rational work regime of the installation. This work presents theoretical research of water's flow character in separating (streaming) channel of roll ultrafiltration module (RUFM). The work also includes examination of water flow regime and it admits the importance of water flow rates and filtration in it on example of hydrodynamic cleaners, the further paths for researches also were defined.

Keywords: water, ultrafiltration, roll module, tangential stress.

Введение. Очистка воды методом ультрафильтрации известна с 70 годов прошлого столетия. За последние 4 десятилетия развития данной технологии многое изменилось, как в стоимостном плане, так и в плане её технической реализации. В Украине установки ультрафильтрации воды наибольшее применение получили в металлургической, химической, пищевой, сельскохозяйственной отраслях промышленности. Рост спроса на них вызван неудовлетворительным качеством воды, получаемой методами традиционной ее очистки. Используемые в модулях этих установок ультрафильтрационные мембраны имеют поры размером от 5 нм до 0,1 мкм и, по сути, являются 100 процентным барьером для коллоидных частиц, бактерий и вирусов. Ультрафильтрационные установки состоят из

мембранных модулей, которые могут быть трубчатого, капиллярного и рулонного исполнения. В данном случае речь пойдет о последнем исполнении. Основным недостатком таких модулей является появление на поверхности мембраны в ходе очистки слоя осадка, который постепенно уплотняется и перерастает в гель слой. Это в свою очередь отрицательно сказывается на процессе фильтрации воды. Многими зарубежными и отечественными авторами были предприняты многочисленные попытки воздействия, как на сам слой, так и на условия его образования. Наибольшее распространение в этом вопросе получили в основном следующие направления исследований: повышение скорости транзитного потока в напорном канале; использование в напорном канале всевозможных конструкций турбулизаторов потока; воздействие на процесс разделения ультразвуком; усовершенствование средств предварительной очистки воды; разработка новых типов мембран. В данном случае это касается плоских мембран, используемых в рулонных ультрафильтрационных модулях (РУФМ).

Цель работы. Теоретическое исследование характера потока воды в напорном канале РУФМ, работающего в режиме тупиковой фильтрации «снаружи во внутрь» и с периодическими прямыми промывками очищаемой водой и обратными промывками фильтратом в случаях потребности в них.

Материал и результаты исследований. Рассмотрим более детально описываемый в работе [1] РУФМ со следующими техническими параметрами: высота напорного канала $\delta = 0,6$ мм; площадь проницаемой поверхности 2-х мембран $S = 40$ м²; площадь поперечного сечения напорного канала $S_k = 0,0114$ м²; производительность по фильтрату $Q_f = 4$ м³/час; объем корпуса – 30 л.

Для дальнейшего анализа данной конструкции определим еще ряд параметров.

При известной площади поперечного сечения прямоугольного напорного канала S_k и высоте δ , находим его ширину b (см. рис. 1) из выражения:

$$b = \frac{S_k}{\delta} \quad (1)$$

Из условия, что площадь проницаемой поверхности 2-х мембран равна:

$$S = (b \times L) \times 2 \quad (2)$$

определяем длину напорного канала:

$$L = \frac{S}{2 \times b} \quad (3)$$

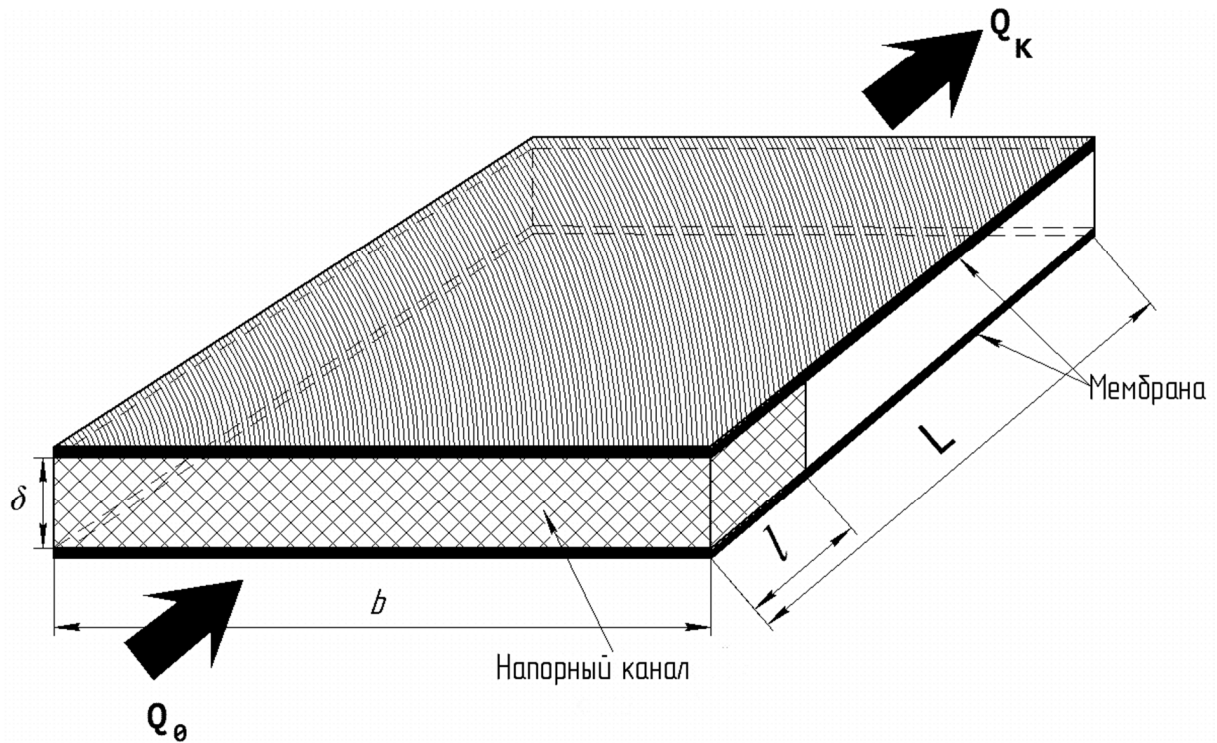


Рисунок 1 – Схема для определения геометрических размеров пакета мембран РУФМ

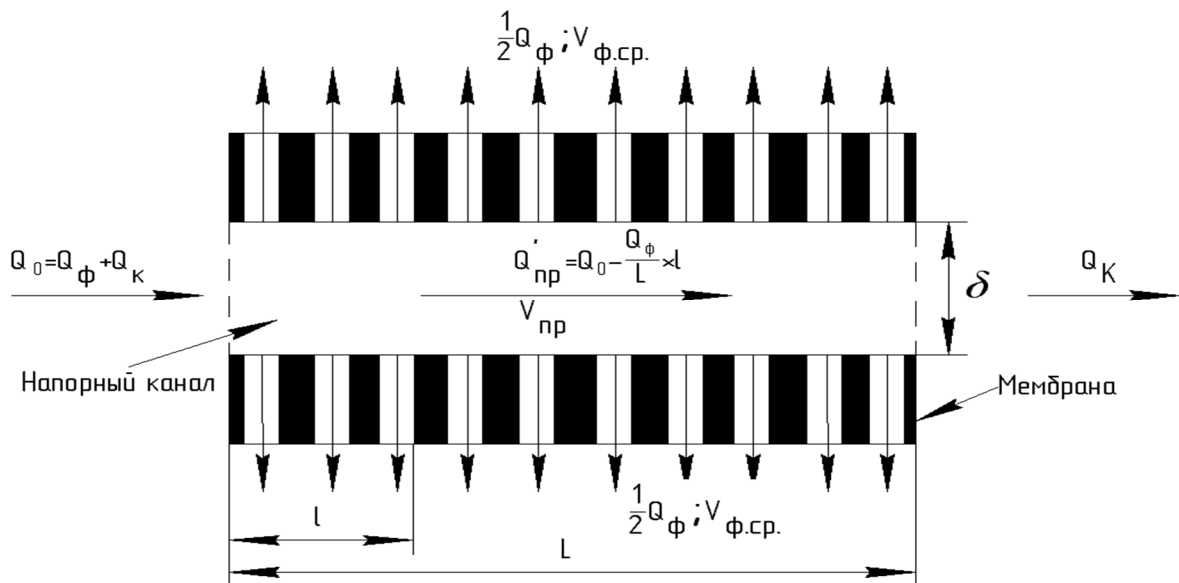


Рисунок 2 – Расчетная схема для определения расхода по длине напорного канала РУФМ

Исследования характера течения проведем для наиболее тяжелого режима работы РУФМ – режима тупиковой очистки.

При известной общей производительности модуля по фильтрату находим усредненную скорость фильтрации по всей проницаемой поверхности мембран:

$$V_{\phi.ср} = \frac{Q_{\phi}}{(b \times L) \times 2} \quad (4)$$

Определим выход фильтрата по длине напорного канала с учетом (4):

$$\Delta Q_{\phi} = 2 \times (b \times l) \times V_{\phi.ср} = \frac{Q_{\phi}}{L} \times l \quad (5)$$

где l - текущая длина напорного канала, изменяющаяся от 0 до L .

Находим текущий продольный расход воды по длине напорного канала с учетом выхода фильтрата (см. рис. 2):

$$Q'_{np} = Q_0 - \Delta Q_{\phi} = Q_0 - \frac{Q_{\phi}}{L} \times l \quad (6)$$

где Q_0 - расход воды на входе модуля (в режиме тупиковой очистке $Q_0 = Q_{\phi}$).

Зная продольный расход воды, изменяющийся по длине напорного канала, определяем среднюю продольную скорость воды в его произвольном поперечном сечении:

$$V'_{np} = \frac{Q'_{np}}{S_k} = \frac{Q'_{np}}{b \times \delta} \quad (7)$$

Если признать, что в ходе тупиковой очистки используется периодически прямая очистка очищаемой водой мембран и канала, то, на наш взгляд, для оценки результатов следует ориентироваться на опыт использования неполнопоточных гидродинамических очистителей (НГДО) для тонкой очистки воды. Так, в НГДО существует оценочный параметр $i = V_{np} / V_{\phi}$, характеризующий работоспособность и надежность их работы. Если скорость воды в конце канала неидеальных очистителей минимальная, то они работоспособны только в том случае, если значение отношения этой скорости V_{np} к скорости фильтрации V_{ϕ} будет равно значению, отвечающему очистке конкретной очищаемой жидкости или группе жидкостей и предварительно установленному опытным путем [2].

Опытами установлено [3], что в случае очистки потока технической воды от твердых загрязнений в НГДО в зависимости от степени ее загрязненности и ряда других факторов значение « i » лежит в пределах от 3 до 12. При этом следует отметить, что эти значения получены из условий, что скорость фильтрации определялась по живому сечению проницаемой поверхности, а не на единицу ее площади, как это имеет место в мембранных модулях. В связи с этим упоминаемые значения отношений скоростей в НГДО будут в несколько раз большими, но сам факт особой важности этого параметра остается.

Известно, что каждая мембрана характеризуется удельной производительностью ($m^3 / m^2 \text{ час}$) или ($m^3 / 3600 m^2 \text{ сек}$), то есть, по сути, это скорость

фильтрации ($m/3600 \cdot сек$) через единицу поверхности рабочей части мембраны. Поэтому очевидно, что для мембранных устройств отношение « i » упоминаемых выше скоростей будет иметь значение на несколько порядков большее, чем в гидродинамических очистителях. Но важность этого параметра и в мембранных устройствах неоспорима.

Известно и то, что при расчете мембранных модулей используется и отношение $q = V_n / V_k$, что означает отношение скорости воды в начале и конце напорного канала.

Но, на наш взгляд, для мембранных устройств, как отношение « i », так и отношение « q », не могут быть достаточно объективными, так как параметр скорости в знаменателе в ходе очистки постепенно изменяется. В НГДО он постоянен, так как проницаемая поверхность не засоряется.

Известно и то, что в последние годы возрос интерес к использованию тупикового режима очистки воды в мембранных аппаратах. В связи с этим, на наш взгляд, появилась потребность в более глубоких знаниях процессов, имеющих место в напорном канале РУФМ.

Для наглядности построим график изменения отношения скоростей « i » по длине напорного канала РУФМ, где $l' = l/L$ – относительная длина напорного канала.

Из рисунка 3 очевидно, что значения отношения « i » в напорном канале РУФМ существенно отличаются от значений отношения « i » в НГДО. Это характеризует особенность процесса очистки воды в рулонном модуле и требует дальнейших теоретических и экспериментальных исследований с целью определения оптимального значения « i ».

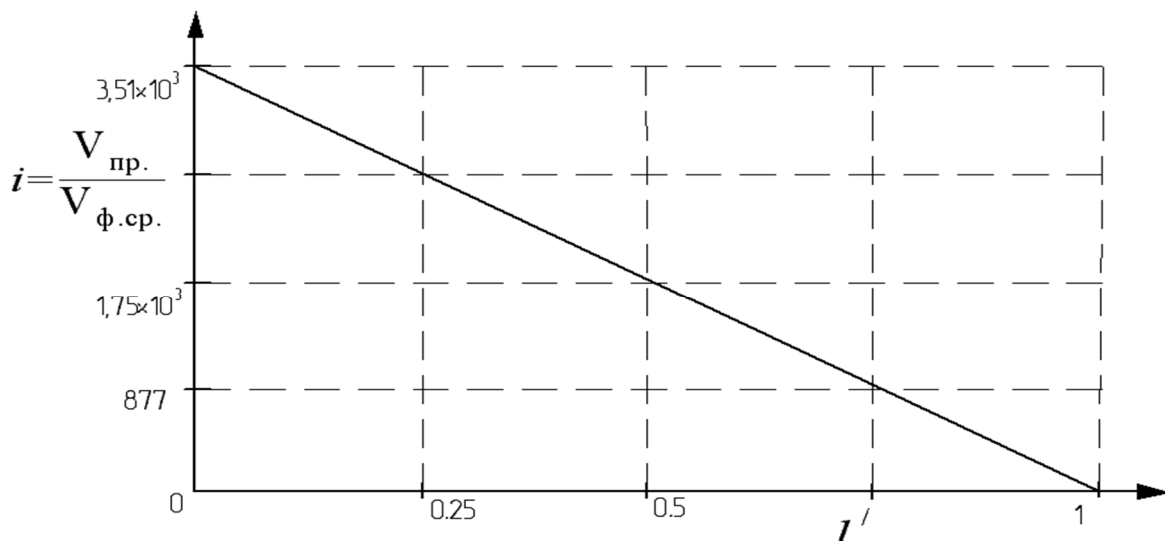


Рисунок 3 – График изменения отношения « i » скоростей по длине напорного канала РУФМ при тупиковой фильтрации

На рисунке 4 представлен график изменения средней продольной скорости потока в напорном канале, из которого очевидно, что она носит непостоянный характер по длине напорного канала рулонного УФ модуля. Поэтому представляет интерес изучение вопроса стабилизации значения величины средней продольной скорости и ее влияние на процесс образования геля слоя и на его разрушение.

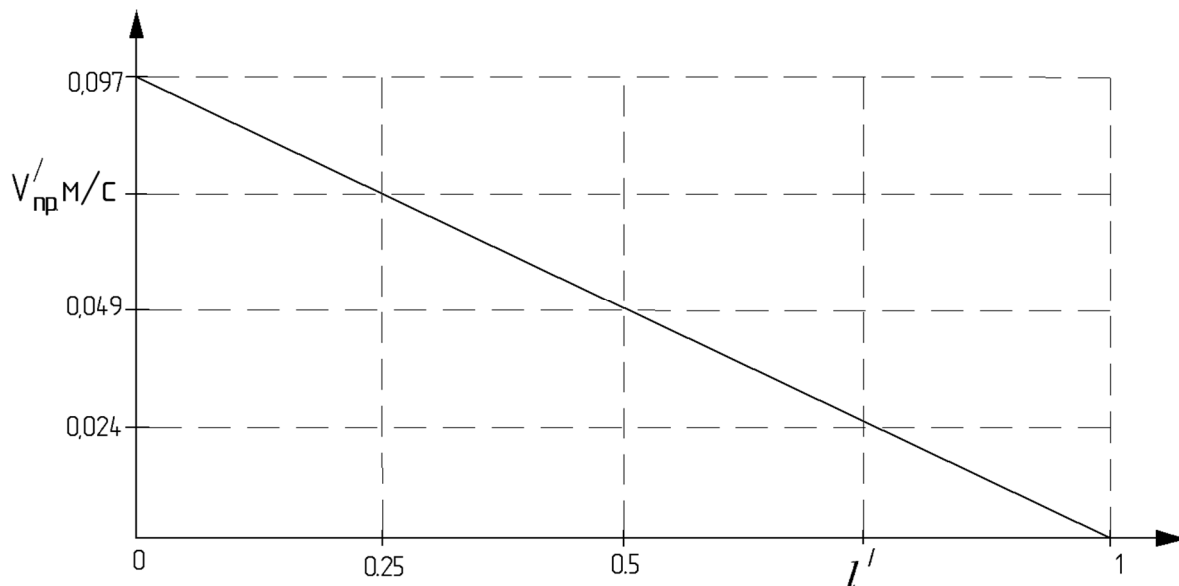


Рисунок 4 –Изменение средней продольной скорости по длине напорного канала РУФМ при тупиковой фильтрации

В работах ряда исследователей [4-6] встречаются предположения о влиянии касательных напряжений, создаваемых потоком очищаемой воды, на образование геля слоя на поверхности мембран. Для исследуемого РУФМ построим эпюры касательных напряжений по длине напорного канала при тупиковой фильтрации. Для чего предварительно определим перепад давления в напорном канале РУФМ на участке длиной l [7]:

$$V'_{np} = \frac{\Delta p' \times \delta^2}{12 \times \mu \times l}, \quad (8)$$

$$\Delta p' = \frac{V'_{np}}{0,083 \times \delta^2} \times \mu \times l, \quad (9)$$

где μ - коэффициент динамической вязкости.

По известному перепаду давления определим значения касательных напряжений [7]:

$$\tau = \frac{\Delta p'}{l} \times y, \quad (10)$$

где y - высота напорного канала изменяющаяся от 0 до $\frac{\delta}{2}$.

На рисунке 5 представлены эпюры касательных напряжений для ряда сечений напорного канала (τ_1 - эпюра касательных напряжений при длине напорного канала 100 мм; τ_2 - эпюра касательных напряжений при длине 300 мм; τ_3 - эпюра касательных напряжений при длине 700 мм; τ_4 - эпюра касательных напряжений при длине 900 мм; τ эпюра касательных напряжений при $Q_{\phi} = 0$). Из этого рисунка видно, что величина касательных напряжений уменьшается вследствие снижения текущего значения продольной скорости. При прямой промывке, когда $Q_{\phi} = 0$, значения касательных напряжений τ по длине напорного канала будут постоянными.

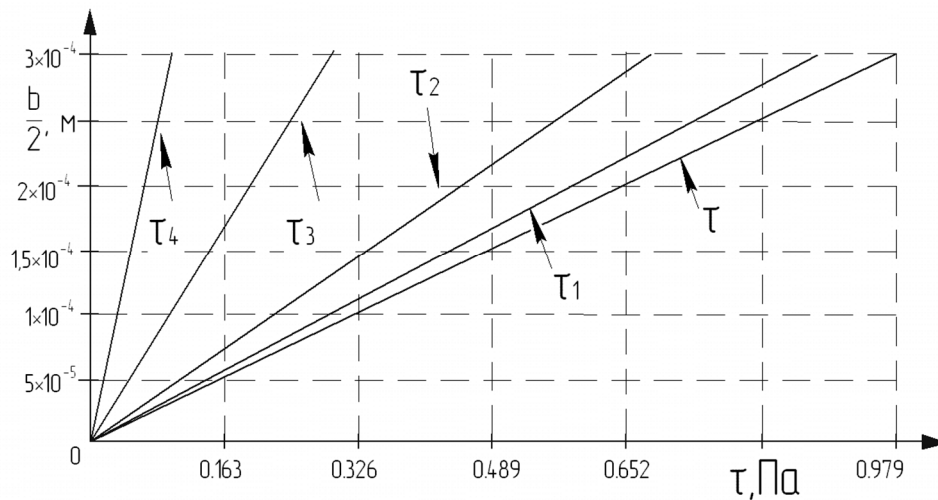


Рисунок 5 - Эпюры касательных напряжений для разных участков длины напорного канала РУФМ

На рисунке 6 представлен график изменения величины касательных напряжений τ на поверхности мембран по длине напорного канала РУФМ при тупиковой фильтрации.

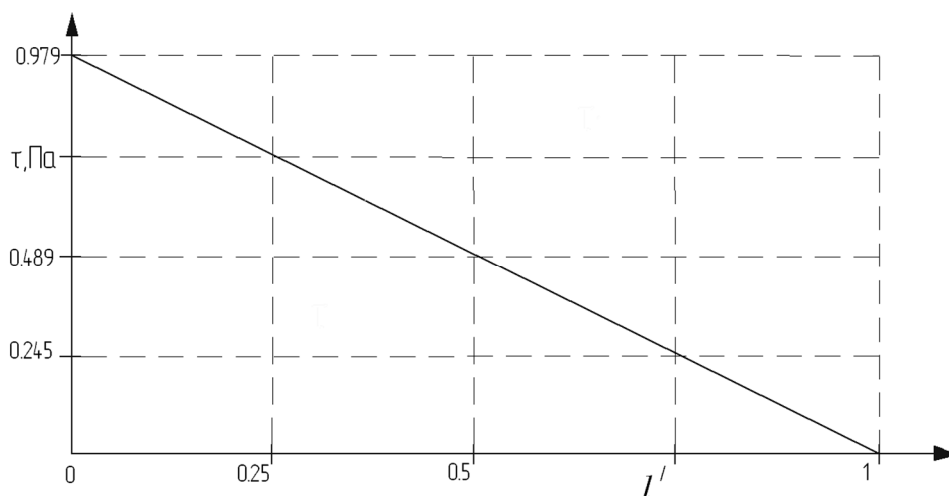


Рисунок 6 – Изменение величины касательных напряжений по длине напорного канала РУФМ при тупиковой фильтрации

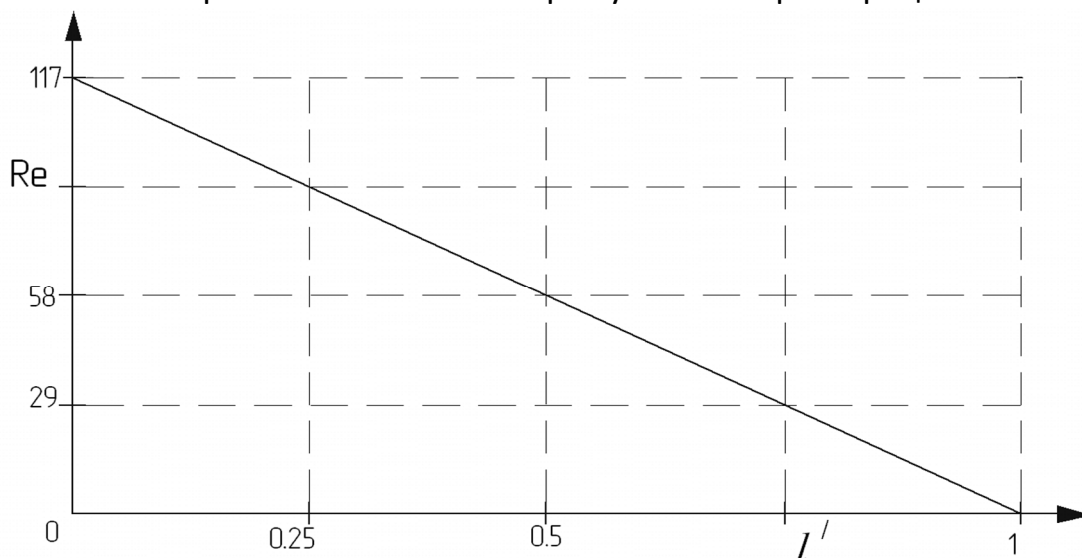


Рисунок 7 – Изменение числа Рейнольдса вдоль напорного канала РУФМ при тупиковой фильтрации

Для определения характера течения очищаемой воды в напорном канале при тупиковой фильтрации, вычислим значение числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{V'_{np} \times d_3}{\nu} \quad (11)$$

где ν – коэффициент кинематический вязкости.

Находим эквивалентный диаметр, соответствующий напорному каналу:

$$d_3 = 4 \times R_2 = 2 \times \delta \quad (12)$$

где R_2 - гидравлический радиус.

На рисунке 7 представлен график изменения числа Рейнольдса вдоль напорного канала РУФМ.

Из рисунка 7 видно, что режим течения воды носит ламинарный характер, что вместе с постепенным уменьшением числа Рейнольдса вдоль напорного канала в случае тупиковой фильтрации свидетельствует о существовании всех предпосылок для появления концентрационной поляризации [8]. Известно, что изменением конструкции напорных каналов путем вставки в них различного рода турбулизаторов удаётся повысить напряжение жидкостного трения, тем самым снизить влияние концентрационной поляризации. Но авторы работы [1] более склонны к тому, что наличие сетки - турбулизатора в напорном канале РУФМ является главным его недостатком, объясняя это тем, что вследствие этого в напорном канале об-

разуются застойные зоны, в которых происходит осаждение частиц загрязнений.

В связи с этим представляет интерес и знание влияния величины касательных напряжений, создаваемых потоком очищаемой воды, в напорных каналах без турбулизаторов различных конструкций модулей. Обычно их называют модулями с «открытым напорным каналом». Зная критическое значение касательного напряжения, при котором происходит удаление осадка с поверхности мембран, можно определить количество жидкости, которое необходимо подать на вход модуля для предотвращения появления концентрационной поляризации.

Выводы.

1. РУФМ давно признаны оптимальной конструкцией в технологическом и конструкционном плане, благодаря большой удельной поверхности мембран и низкой материалоемкости. Её недостаток состоит в наличии в напорном канале турбулизатора в виде сетки [1], которая способствует образованию застойных зон, являющимися ловушками для частиц загрязнений и центрами концентрационной поляризации, а также создает дополнительное гидравлическое сопротивление потоку воды.

2. Необходимо продолжить исследования влияния величины касательных напряжений на процесс очистки проницаемой поверхности мембран РУФМ, определить минимально допустимое ее значение, что позволит снизить вероятность образования геля.

3. Необходимо также исследовать динамику осаждения частичек загрязнений на поверхности мембран с учетом изменений рабочих параметров мембранного модуля: давления в канале, скорости фильтрации, скорости продольного потока и др.

4. Из представленных выше графиков очевидно, что рассматриваемый авторами работы [1] режим тупиковой очистки воды с прямой промывкой в «открытом напорном канале» заслуживает внимания, но не в полной мере решает вопрос загрязнения мембран, так как в этом случае за тот же отрезок времени имеет место только сокращение длины засоряемой их части. Поэтому представляет интерес использования «открытого напорного канала» в режиме непрерывного сброса части потока, особенно в режиме с использованием его части для циркуляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тенденции водоподготовки с применением мембранных технологий : материалы III научно-практической конференции [«Современные технологии водоподготовки и защиты оборудования от коррозии и накипеобразования»] , Андрианов А. П., Первов А. Г., д.т.н., Юрчевский Е. Б., Москва, сентябрь 2009г.

2. Чебан В.Г. Практический расчет фильтроэлемента с грушеобразным профилем фильтрующей поверхности очистителя маловязких жидкостей // Сборник научных трудов ДонГТУ. Вып. 31. – Алчевск:ДонГТУ, 2010. – С.115-126.

3. Пат. 64598 Україна, МПК6 B01D37/00. Спосіб очищення рідин від механічних домішок у потоці / Бондаренко В.П.; заявник і патентовласник Бондаренко В.П. – №2003076535; заявл. 14.07.03; опубл. 15.07.05. Бюл. № 7.

4. Поляков Ю. С. Ультра- и микрофльтрация в полволоконных аппаратах с образованием осадка на поверхности мембран : дис. ... канд. техн. наук : 05.17.08 : / Поляков Юрий Сергеевич.-К., 2005.- 150 с.

5. Ripperger S., Altmann J. Crossflow Microfiltration – State of the Art // Separation and Purification Technol., 2002, V. 26, No. 1, P. 19–31.

6. Bowen W. R., Jenner F. Theoretical descriptions of membrane filtration of colloids and fine particles: an assessment and review // Adv. Colloid Interface Sci., 1995, V. 56, P.141–200.

7. Сборник задач по машиностроительной гидравлике : Учебное пособие для вузов по машиностроительным специальностям / Ред. И. И. Куколевский, Л. Г. Подвидз. – 4-е изд., перераб. – М. : Машиностроение, 1981. – 464 с.

8. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и УФ / Ю.И. Дытнерский. – 1978. - 328с.

УДК 629.4.027:622.62

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ХОДОВОЙ ЧАСТИ И ПРИВОДА ШАХТНОГО РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА НА ИЗНОС ПАРЫ КОЛЕСО-РЕЛЬС

К.А. Зиборов, кандидат технических наук, заведующий кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, e-mail: ziborov@nmu.org.ua

С.А. Федоряченко, аспирант

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, e-mail: serg.fedoryachenko@gmail.com

Г.К. Ванжа, кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Аннотация. Описаны результаты исследования износа пары колесо-рельс в зависимости от конструкции ходовой части и трансмиссии. Отмечено влияние работы сил трения на износ пары колесо-рельс в условиях шахты.

Ключевые слова: динамика, шахтная вагонетка, безопасность движения, рельсовый путь.

INFLUENCE OF CHASSIS AND TRANSMISSION DESIGN OF MINING RAIL

TRANSPORT ON WHEEL-RAIL WEAR

K.A. Ziborov, Ph.D., Associate Professor, Head of Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: ziborov@nmu.org.ua

S.A. Fedoriachenko, Postgraduate
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: serg.fedoryachenko@gmail.com

G.K. Vanga, Ph.D., Associate Professor, Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. Described the results of wheel-rail wear research depends on design scheme of a chassis and transmission. Denoted influence of friction force on wheel-rail wear in mining conditions.

Keywords: dynamics, mining wagon, safety factor, additional movability, rail track.

Введение. Качение колес шахтного рельсового транспорта по рельсу, несмотря на кажущуюся простоту, является сложным динамическим процессом. несовершенство характеристик материалов бандажа и рельса, постоянное изменение условий движения, действие многочисленных случайных факторов чрезвычайно затрудняют анализ процесса качения и действующих при этом сил сцепления. Поэтому истинная картина возникновения и реализации силы сцепления остается одной из основных, нерешенных полностью задач.

Проблема недостаточного использования фрикционных свойств выходных звеньев подвижного состава и рельсов шахтного и рудничного рельсового транспорта приводит к неоправданным энергетическим потерям, снижению его эксплуатационных характеристик. Результаты эксплуатации железнодорожного транспорта показывают, что на преодоление трения теряется до 30% всей потребляемой энергии, а потери материалов фрикционной пары колесо - рельс вследствие износа составляют до 15% производимого металла [1, 2]. С целью снижения интенсивности изнашивания до приемлемых значений проводится ряд мер технического и организационно-технологического характера [3] (лубликация, совершенствование геометрии профиля поверхности катания колесных пар и рельсов, повышение качества их металла и т.д.). К сожалению ни одно из этих мероприятий в полном объеме проблемы не решило.

Материал исследования. Существующие на сегодняшний день тенденции развития шахтного рельсового транспорта свидетельствуют о разработке и активном внедрении новых технических решений и вариантов

компоновки отдельных узлов и машины в целом. Однако применение новых технических решений без научного обоснования приводит к затруднениям при эксплуатации шахтных транспортных средств (недостаточная вписываемость в криволинейные участки, увеличенные энергозатраты, низкие показатели безопасности по устойчивости при движении на знакопеременном профиле пути и т.д.). Для устранения этих недостатков необходимо установить степень влияния конструктивных, компоновочных параметров на динамические характеристики шахтного рельсового транспорта, снижение износа и увеличение долговечности пар трения.

Возможные границы наиболее важных эксплуатационных показателей транспортных средств, которые определяют конкурентоспособность и экономическую эффективность работы систем подземного транспорта, - масса перевозимого груза и скорость движения локомотивной откатки, - при прочих равных условиях определяются тяговой способностью локомотива и динамическими характеристиками шахтных вагонеток.

В реальных условиях работа локомотива характеризуется большой цикличностью, обуславливающей высокую долю переходных процессов, в течение которых изменяются не только величины нормальной нагрузки на колеса, особенно при подергивании и галопировании, но и значения коэффициента сцепления. Кроме этого, работа рельсового транспорта в переходных режимах характеризуется боксованием или юзом. Наличие указанных явлений вызывает повышенный износ поверхностей взаимодействия фрикционных пар особенно на переходных участках пути и расход потребляемой мощности.

Механизм износа по данным ряда авторов [1, 4] состоит из смятия металла, сопровождающегося пластической деформацией поверхностного слоя колеса при его качении от воздействия рельса, и истирания колеса при его проскальзывании по рельсу.

Принято считать, что износ истиранием при проскальзывании колеса локомотива доминирует над смятием при его качении и определяется продольными составляющими сил упругого скольжения (крипа) и трения по поверхности катания, являющимися переменными, за счет непрерывно изменяющихся форм контакта различно изношенных колес и рельсов и за счет состояния этих поверхностей.

В результате взаимодействия с окружающей средой поверхности трущихся твердых тел (колесо-рельс) могут быть покрыты различными пленками, которые образуются вследствие окислительного процесса. В процессе взаимодействия (истирания поверхностей) окисный слой может механически разрушаться, освобождая область с чистой поверхностью металла. Однако под действием окружающей среды чистые поверхности

опять достаточно быстро покрываются новым слоем окислов. Наличие поверхностных пленок снижает силу трения.

Поверхностное загрязнение в зависимости от уровня влажности приобретает свойства коллоидного раствора типа пасты или приближается к свойствам, близким жидкостям, поэтому можно предположить о наличии гидроабразивной природы изнашивания взаимодействующих поверхностей. Однако в условиях частого срыва сцепления и последующего разрушения граничной пленки гидроабразивное изнашивание может переходить в чисто абразивное изнашивание, зона которого будет определяться площадью кратковременного контакта поверхностей с учетом деформации. Абразивное и гидроабразивное изнашивание существенно дополняется усталостным изнашиванием поверхностных слоев, которое является следствием высоких контактных напряжений. Все эти факторы не позволяют получить аналитическую зависимость для оценки износа пары колесо-рельс.

Для приводных колес шахтного локомотива стандартный профиль бандажей сохраняет свое очертание и определяется дорожкой катания. В дальнейшем он прирабатывается, приобретая профиль головки рельса, называемый «прокатом». Для выходных звеньев шахтной вагонетки область контакта более неравномерно распределена по профилю колеса, так как более зависима от параметров нагружения (полная или порожняя) и определяется меньшими размерами самих колес.

Когда управление положением колесной пары в колее не может обеспечиваться с помощью сил крипа, возникает гребневой контакт, и появляются боковые силы на гребне, предохраняющие колесную пару от схода (рис. 1). С силами на гребне связаны и составляющие сил трения, которые могут приводить к снижению нагрузки в зоне контакта, способствующему вползанию колеса на рельс и последующему сходу, особенно на криволинейных участках пути малого радиуса.

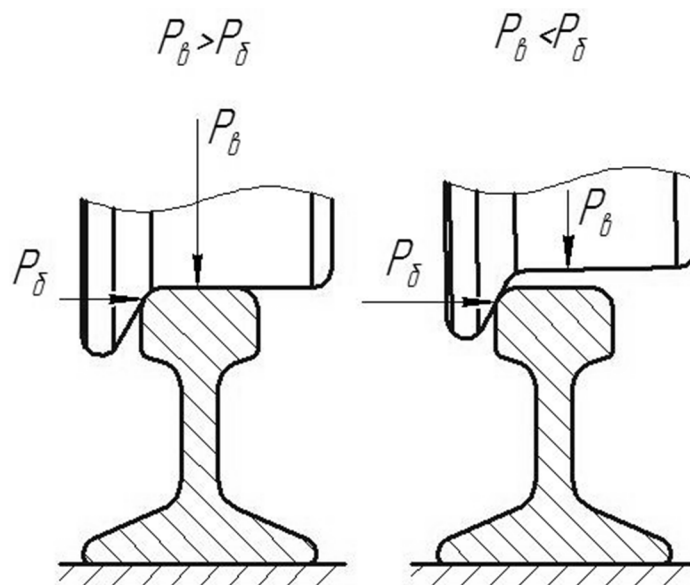


Рис. 1. Схема вползания колеса:

P_{δ} – нормальная нагрузка на колесо, Н;

P_{δ} – направляющая сила на колесе, Н

Указанные силы, в свою очередь, зависят от конструктивно-компоновочной схемы колесной пары и характеристик упруго-диссипативных связей между ее звеньями [2, 7, 9].

По мере износа колеса и рельса изменяются характеристики движения вагонетки – возрастает сопротивление движению, возникают дополнительные силовые возмущения. Дополнительная динамическая компонента, связанная с неровностями пути приводит к росту поперечной нагрузки на набегающем колесе, прижатию реборды к рельсу на закруглениях и снижению устойчивости, риску перекатывания колеса через рельс.

Один из способов снижения сопротивления движению – смазывание рабочих поверхностей распылением смазывающего вещества на боковую поверхность рельса для шахтных условий неприемлем, так как наносимый на рельс слой смазки играет роль связующего абразив, что только ухудшает условия взаимодействия и эксплуатационные свойства фрикционной пары.

Поэтому повысить устойчивость к вползанию колеса на рельс, а значит и безопасность эксплуатации вагонетки можно применением самоустанавливающейся конструкции колесной пары с дополнительной кинематической подвижностью набегающего колеса [9].

Определить численную величину каждой составляющей возможно путём совместного решения уравнения работы сил трения на колесе и уравнений движения для каждой компоновочной схемы привода шахтного локомотива и конструктивной особенности колесной пары, как локомотива, так и вагонетки, используя для этого пакет прикладных программ.

Результаты решения представлены графическими зависимостями работы сил трения и относительного скольжения во времени (см. рис. 6). Анализ результатов показывает, что площадь, заключённая между кривыми 1 и 2, представляет собой ту (вторую) часть работы сил трения, которая расходуется на трение скольжения (чистый износ).

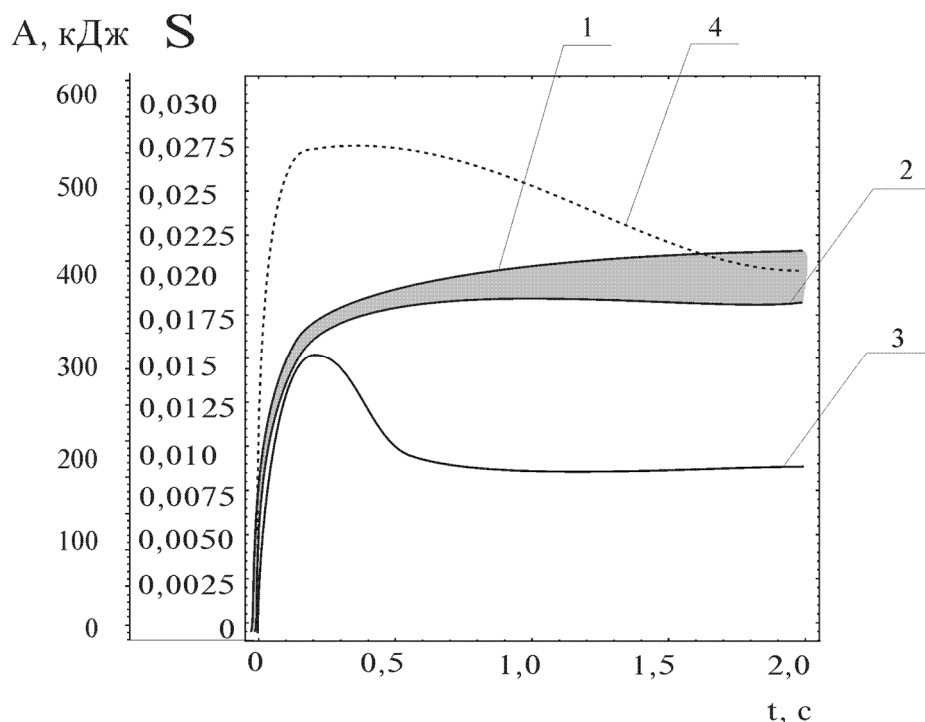


Рис. 6. Зависимость работы сил трения и относительного скольжения во времени:

1, 2 – работа сил трения колёсной пары локомотива, соответственно рамной и модульной компоновки;

3, 4 – относительное скольжение колёсной пары локомотива, соответственно рамной и модульной компоновки

Суммарную работу сил трения, в общем случае, представим состоящей из двух составляющих: одна из них, большая часть работы, расходуется (полезно) на создание касательной силы сцепления (для локомотива) или на перемещение (для вагонетки); другая, меньшая часть, расходуется (бесполезно) на скольжение колеса по поверхности рельса, что в конечном итоге, предопределяет износ бандажей колёсных пар и рельсов.

Выводы. Изменение скольжения в переходные периоды движения (особенность рабочего процесса шахтного рельсового транспорта) характеризуется существенным ростом работы сил трения между колесом и рельсом. В периоды установившегося движения, когда скольжение принимает минимальную постоянную величину, работа сил трения изменяется незначительно. Компоновочная схема (рамная или модульная) и кон-

структивное решение колесной пары влияют как на характеристику износа, так и на динамические качества шахтных транспортных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаев И.П. Проблемы сцепления колес локомотива с рельсами [Текст] / И.П. Исаев, Ю.М. Лужнов. – М.: Машиностроение. - 1985. – 238 с.
2. Вериго М.Ф., Коган А.Я. Взаимодействие пути и подвижного состава / Под ред. М.Ф. Вериго – М.: Транспорт, 1986. – 559 с.
3. Шур Е.А., Бычкова Н.Я., Марков Д.П., Кузьмин Н.Н. Износостойкость рельсовых и колесных сталей // Трение и износ. Том 16. – 1995. №1. С. 80 – 91.
4. Крагельский И. В. / Основы расчётов на трение и износ [Текст]. И. В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов - М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.
5. Ренгевич А.А. Коэффициент сцепления шахтных электровозов / А.А. Ренгевич // Вопросы рудничного транспорта. Под общ. ред. Н.С.Полякова. – М.: Госгортехиздат, 1961. – Вып. 5. – С.227-247.
6. Зиборов К.А./ Условия образования и реализации силы сцепления рабочих поверхностей контактирующей пары «колесо-рельс» // К.А.Зиборов, И.А.Таран Науковий вісник НГУ, №6, 2006, С. 62-64
7. Зиборов К.А., Дерюгин О.В.,Мацюк И.Н. / К вопросу износа бандажей колесных пар шахтных локомотивов при различных компоновочных схемах привода.// Разработка рудных месторождений. г. Кривой Рог, Науч.-техн.сб.-2008, вып.92, стр.137-140
8. Дерюгин О.В. Обоснование рациональных параметров упруго-диссипативных связей системы подвешивания шахтного локомотива : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.05.06 «Горные машины» / О.В. Дерюгин. – Д., 2000. – 173 с.
9. Процив В.В., Зиборов К.А., Федоряченко С.А. / О формировании кинематических и динамических параметров выходных звеньев шахтных транспортных средств в переходном режиме движения. // Науковий вісник НГУ, №4(136), 2013, С. 64-70

УДК 621.926.22

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ КОРПУСА ВИБРАЦИОННОЙ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ С НАКЛОННОЙ КАМЕРОЙ ДРОБЛЕНИЯ

Е.В. Федоскина, ассистент кафедры основ конструирования механизмов и машин
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск. Украина

Аннотация. На лабораторном образце дробилки получены осциллограммы, показывающие качественную картину колебательного движения корпуса.

Ключевые слова: вибрационная щековая дробилка, амплитуда, зона дробления.

THE PILOT STUDIES OF THE CASING MOVEMENT OF THE VIBRATIONAL CHEEK CRUSHER WITH THE OBLIQUE CAMERA OF CRUSHING

Ye.V. Fedoskina, Assistant, Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. At the laboratory experiment crusher received waveform showing the qualitative picture of the vibrational motion of the body.

Keywords: vibration cheek crusher, vibrations amplitude, feed zone, the zone of crushing.

Введение. Одной из причин недостаточно эффективной работы щековых дробилок при измельчении материалов является недостаточная исследованность поведения колебаний подвижной щеки дробилки. Исследования изменения характера колебаний в зависимости от технических характеристик дробилки, типа и массы дробимого материала имеет большое практическое значение, так как от этого напрямую зависит движение материала в дробильной камере.

Материал и результат исследования. Экспериментальные исследования проводились на лабораторной установке, позволяющей изменять: частоту колебаний подвижной щеки дробилки, ее массу, массу корпуса дробилки, возмущающую силу привода, ширину разгрузочной щели, угол наклона рабочей поверхности щек, длину параллельной зоны, объем загружаемого в камеру дробления материала.

Дробилка (рис.1) включает в себя корпус 1, расположенный на опорных виброизолирующих элементах 2. Корпус выполняет также функцию нижней дробящей щеки. Он снабжен сменной футеровочной плитой, крепление которой позволяет изменять угол ее наклона, следовательно, и угол наклона камеры дробления. Подвижная щека 3 связана с корпусом посредством оси подвеса. Возмущающее усилие подвижная щека получает от закрепленного на ней двухвального инерционного вибровозбудителя 4. Каждый дебаланс состоит из двух неуравновешенных дисков, что позволяет за счет их относительного поворота изменять величину возмущающего усилия привода. Конструкция лабораторного образца дробилки ДНВЩ-120 позволяет проводить экспериментальные исследования в безударном и ударном режиме работы.

Безударный режим обеспечивался установкой достаточной величины разгрузочной щели (отсутствие контакта в рабочем режиме между футеровками щек) посредством смещения футеровочной плиты верхней щеки в сторону оси подвеса. К безударному режиму можно отнести также работу дробилки при взаимодействии эластичной футеровочной поверхности щеки с материалом и дробление мягких пород.

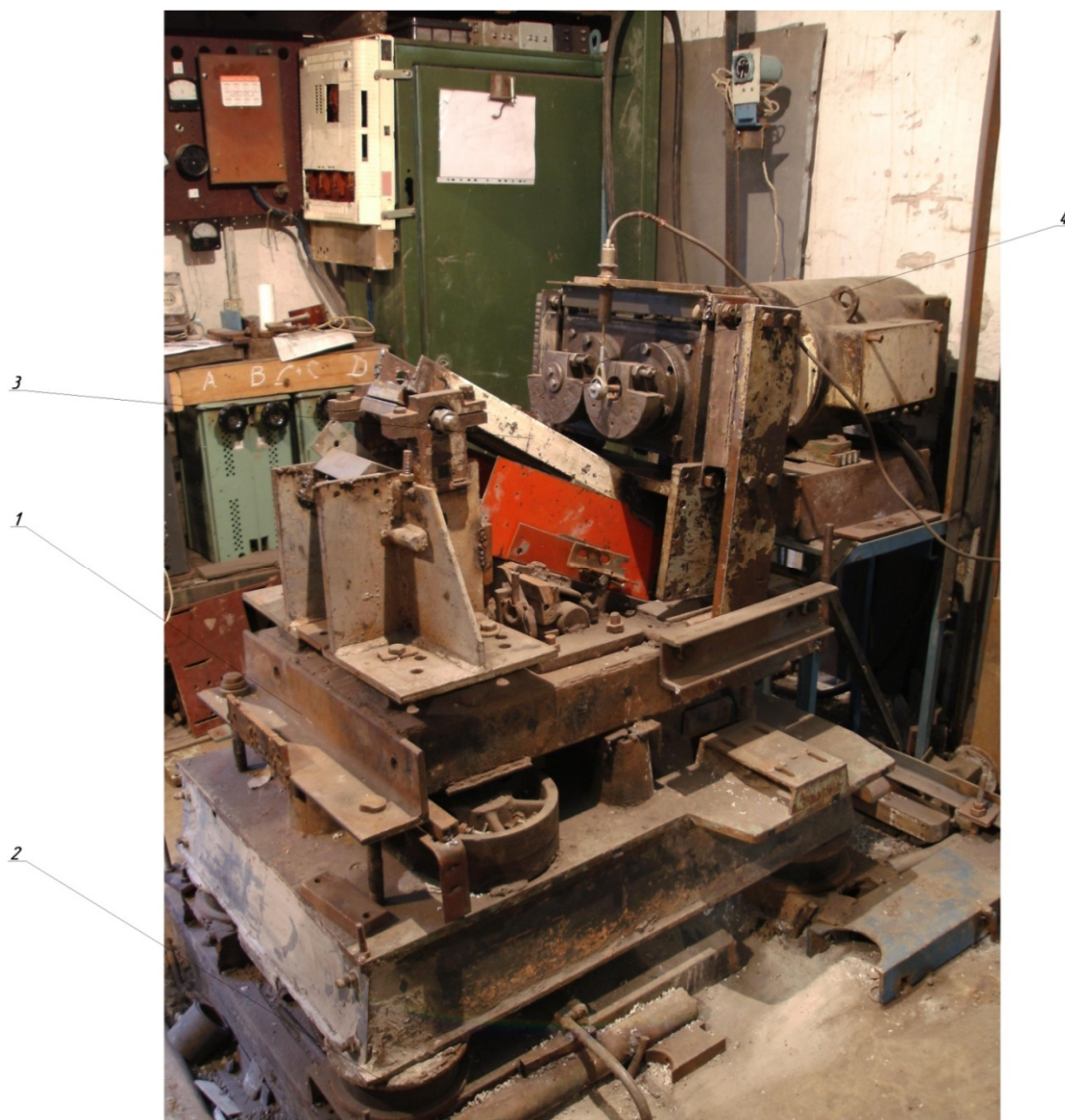


Рис.1 Вибрационная щековая дробилка

Боковая поверхность камеры дробления закрыта съемными металлическими листами, вместо которых могут быть установлены стеклянные стенки с целью исследования поведения материала в камере дробления.

При проведении экспериментальных исследований использовался комплект виброизмерительной аппаратуры ВИБ-6ТН с датчиками перемещений и ускорений, пьезоэлектрические датчики ускорений фирмы Брюль и Кьер, 5-ти канальный осциллограф USB, магнитоиндукционный тахометр ТМи, ноутбук SAMSUNG RV520.

На рис. 2 представлена схема размещения датчиков на лабораторном образце дробилки и аппаратура для регистрации полученной информации.

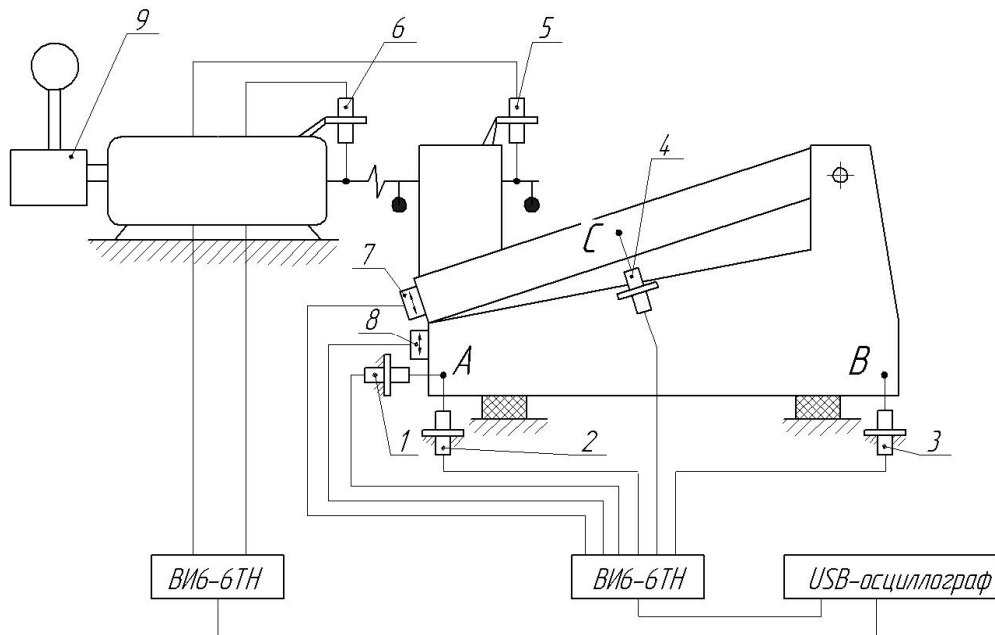


Рис.2 Схема размещения датчиков

Абсолютное движение корпуса дробилки регистрировалось тремя датчиками перемещения (поз.1,2,3) типа ДП-3СМ с разрешающей способностью измерения движения элементов до ± 20 мм. Корпуса всех датчиков крепились к фундаменту, а стержни – к корпусу дробилки. Датчик поз.1 фиксировал горизонтальные перемещения корпуса дробилки в зоне разгрузки материала (точка А). Аналогичный датчик был установлен и в зоне загрузки материала (точка В). В силу того, что оба датчика фиксировали практически одинаковый результат, для последующих экспериментальных исследований был оставлен один датчик в зоне разгрузки материала (поз.1, точка А). В точке А был также закреплен стержень датчика 2 перемещений корпуса дробилки в вертикальной плоскости. Одновременная подача на осциллограф сигналов с двух датчиков, расположенных в одной точке, позволила получить траекторию точки А для различных режимов работы дробилки. На одном уровне с точкой А, в зоне загрузки материала (точка В), закреплен стержень датчика 3, фиксирующего перемещение корпуса дробилки в вертикальном направлении. Совместное рассмотрение показаний двух датчиков (поз.1,3) позволяет проанализировать также характер поворотных колебаний корпуса дробилки.

Определение параметров движения подвижной щеки относительно корпуса дробилки основывалось на показаниях датчика перемещений поз.4, корпус которого жестко связан с корпусом дробилки, а стержень закреплен на подвижной щеке (точка С). Полученные величины перемещений точки С, через известные геометрические выражения, преобразуются

в относительное вращательное движение подвижной щеки с последующим получением кинематических характеристик любой ее точки.

Корпус датчика перемещений 5 закреплён на корпусе вибровозбудителя, а стержень соединён с эксцентриковым устройством (синусный датчик), расположенным на дебалансном валу вибровозбудителя, что позволяет определить положение дебалансов в любой момент времени.

На валу ротора двигателя постоянного тока установлен измерительный узел, включающий синусный датчик 6 и магнитоиндукционный тахометр 7. По показаниям тахометра предварительно устанавливается частота вращения дебалансных валов вибровозбудителя, которая уточняется согласно информации синусных датчиков 5,6. Кроме того, такое расположение датчиков 5 и 6 позволяет проанализировать работу упругой муфты. Датчики 7,8 воспринимали абсолютное ускорение подвижной щеки и корпуса дробилки.

На рис.3 представлена осциллограмма колебаний корпуса дробилки, где кривая 1 соответствует вертикальному перемещению корпуса дробилки в зоне разгрузки (датчик 2, рис.2), а кривая 2 в зоне загрузки материала (датчик 3). Кривая 3 показывает перемещение корпуса в горизонтальном направлении (датчик 1). Частота колебаний определялась согласно кривой 4, соответствующей частоте вращения вала двигателя (датчик 7). Запись параметров осуществлялась с жёстко фиксированной щекой, неподвижной относительно корпуса дробилки.

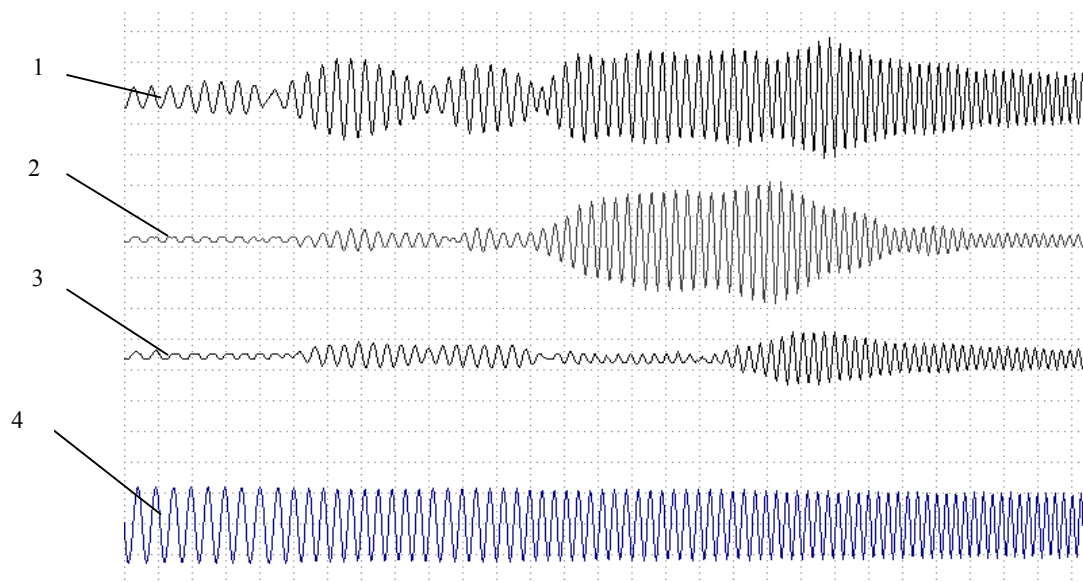


Рис.3 Амплитудно-частотная характеристика

Осциллограмма имеет довольно сложную качественную картину с переменными фазными углами и амплитудными значениями кривых в зави-

симости от частоты колебаний. Анализ осциллограммы с выделением отдельных характерных участков показывает следующее. Частота колебаний корпуса дробилки в горизонтальном направлении составляет 5,6 Гц, в вертикальном - 6,6 Гц, частота поворотных колебаний составляет 7,1 Гц. Наличие широкой области резонансных частот может иметь отрицательное влияние в переходном режиме работы дробилки. Учитывая это, на рис. 4 приведена осциллограмма пуска дробилки, а на рис. 5 осциллограмма её остановки.

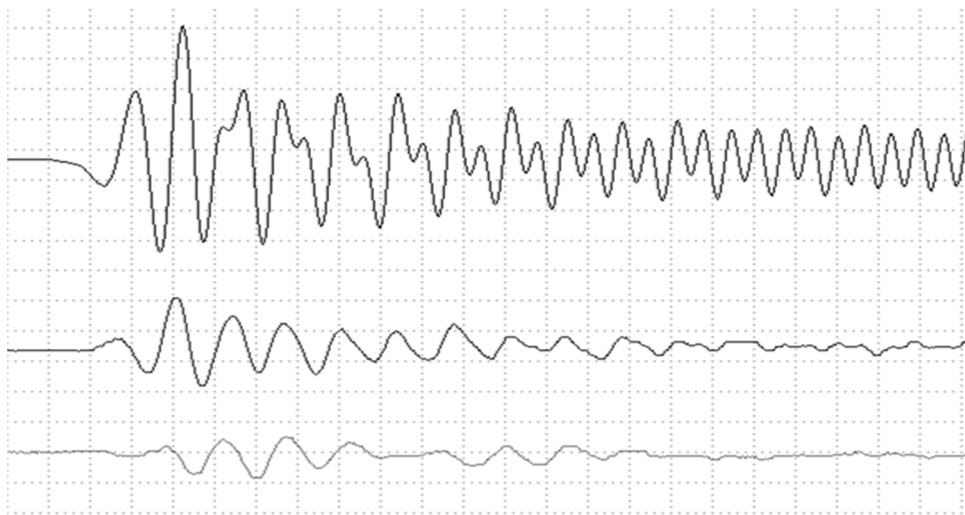


Рис.4 Пуск дробилки

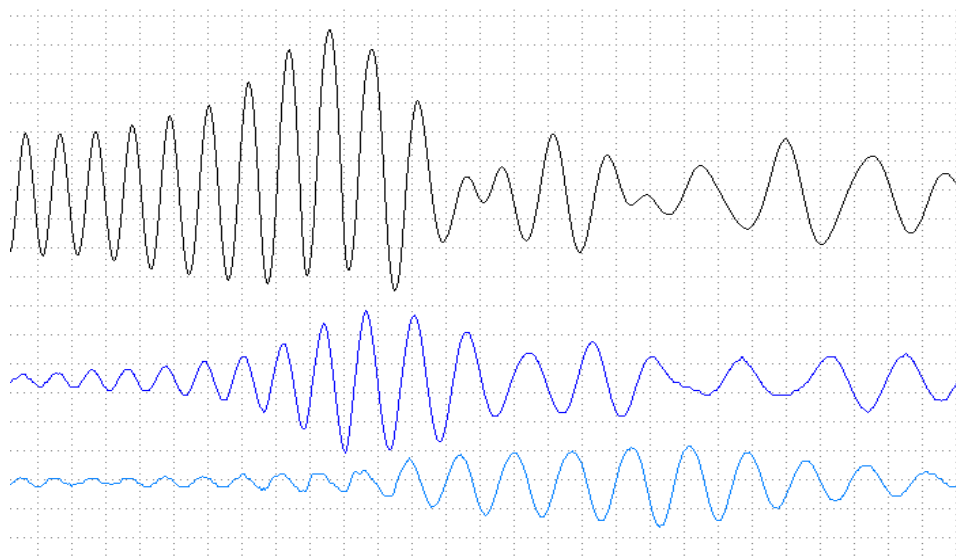


Рис. 5 Остановка дробилки

Переходные процессы заканчиваются достаточно быстро. Время выхода на рабочий режим составило 2,7 секунды, а время выбега - секунд.

Период пуска связан с относительным поворотом дисков лепестковой муфты. Осциллограмма этого процесса показана на рис.6, где кривая 1 соответствует вращению вала двигателя дробилки, кривая 2 вращению дебалансных валов вибровозбудителя.

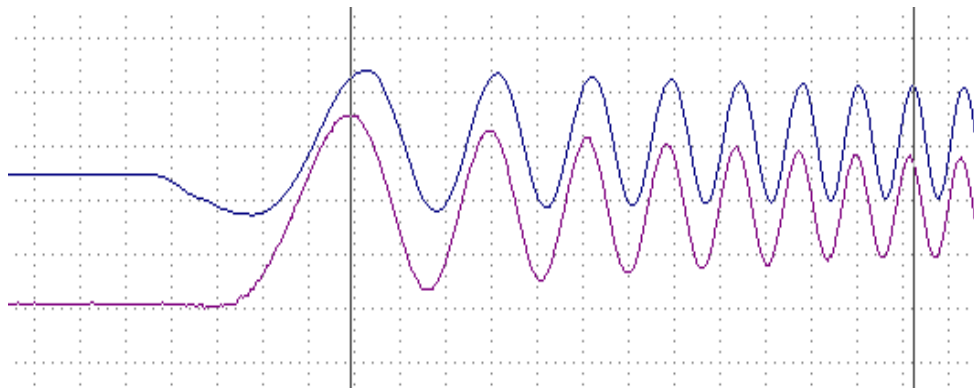


Рис.6 Сдвиг фаз лепестковой муфты

Для рассматриваемого режима угол сдвига фаз сократился до нулевого значения за 7 оборотов. При этом уменьшение фазного угла носит плавный характер.

Вывод. Результаты экспериментальных исследований показывают, что корпус дробилки не только выполняет функцию «наковальни», а участвует в сложном колебательном процессе, параметры которого могут существенно влиять на скорость движения материала в камере дробления.

УДК 622.271.1:236.73

О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЕСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Н.П. Хрунина, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем освоения россыпных месторождений
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: npetx@mail.ru

А.Ю. Чебан, кандидат технических наук, научный сотрудник освоения рудных и нерудных месторождений открытым способом
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: chebanay@mail.ru

Аннотация. В работе приведены полученные экспериментальным путем данные элементного состава, фазового анализа, прочностных свойств глинистых золотосодержащих песков исследуемого россыпного месторождения. Экспериментально-аналитическими исследованиями установлено, что водонасыщение песков не достаточно эффективно влияет на трансформацию песков. Предлагается новый способ интенсификации процесса дезинтеграции высокоглинистых песков посредством гидроакустических воздействий в стесненных условиях при повышенном давлении.

Ключевые слова: дезинтеграция, скорость ультразвука, волновое сопротивление, модуль сдвига, модуль продольного растяжения.

THE RESULTS OF RESEARCH OF SAND DEPOSITS OF PRECIOUS METALS

N.P. Hrunina, candidate of technical sciences, researcher at the laboratory of placer deposits Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: npetx@mail.ru

A.U. Cheban, candidate of technical sciences, researcher at the laboratory of ore and non-ore deposits in the open way

Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: chebanay@mail.ru

Abstract. In the work are received experimentally data element composition, phase analysis, strength properties of clayey sands of gold placer deposits. Experimental and analytical research revealed that the water saturation sands does not sufficiently effectively the transformation of the sands. Proposed a new method to intensification of the process of disintegration of highly clayey sands through hydroacoustic impacts in cramped conditions at elevated pressure.

Keywords: disintegrate, speed ultrasound, wave impedance, shear modulus, modulus of longitudinal tensile.

Введение. В результате многолетней интенсивной отработки золотоносных россыпных месторождений и истощения запасов возникла необходимость вовлечения в эксплуатацию россыпей с повышенным содержанием глин и мелкого золота [1-2]. В настоящее время не накоплено данных, характеризующих особенности высокоглинистых россыпей с повышенным содержанием мелкого золота. Не достаточно изучено изменение состояния золотоносных песков при водонасыщении, играющем значительную роль в разрушении структурных связей между глинистыми частицами и агрегатами при дезинтеграции и последующем выделении ценных компонентов. Не изучена динамика изменения упругих характеристик при водонасыщении, которая может оказывать существенное влияние на эф-

фективность процесса дезинтеграции. Одним из характерных месторождений, многие участки которого имеют высокое содержание мелких глинистых частиц в песковой фракции, является золотиносная россыпь в пойме ручья Бешеного (Приморский край).

Цель работы. Цель настоящей работы состояла в экспериментальном изучении ряда физико-механических, в том числе - прочностных, структурно-механических и физико-химических свойств, элементного состава, фазового анализа и влияния степени водонасыщения на упругие свойства глинистых золотосодержащих песков исследуемого месторождения для обоснования направления дальнейших исследований по совершенствованию систем и методов разработки россыпей, в том числе создания средств эффективного разрушения жестких структурных связей между твердыми частицами глинистых золотосодержащих песков россыпей экологически безопасными способами.

Методики и результаты исследований. Определялась гранулометрия, а также - дисперсность, плотность, влажность, модуль растяжения, коэффициент Пуассона. Измерения проводились на приборах и оборудовании Центра коллективного пользования ИГД ДВО РАН, Института материаловедения Хабаровского научного центра ДВО РАН и Испытательного центра ДВГУПС. Исследование дисперсности песковой фракции с размером частиц менее 0.5 мм проводилось на лазерном дифракционном микроанализаторе размеров частиц ANALYSETTE 22. Спектрометрический анализ выполнен на рентгенофлуоресцентном спектрометре Mobilab X-50. Фазовый анализ проб изучался с помощью дифрактометра ДРОН-7. Напряжение трубки - 40 кВ, ток накала - 20 мкА. Шаг сканирования по углу 2Theta - 0.05 град. Для идентификации линий рентгеновских спектров использовался программный пакет PDWin (НПП «Буревестник»). Рентгенодифракционный спектр является индивидуальным для каждого кристаллического вещества. Для определения прочностных свойств песков с помощью прибора «Пульсар - 1.1» измерялась скорость продольных волн в образцах с естественной влажностью. Рабочая частота составляла 60 кГц. Эксперимент проводился при температуре воздуха 23,5⁰ С и относительной влажности 70 %.

По данным исследований, проведенных в ИГД ДВО РАН в 2013 году, установлено, что содержание частиц размером менее 0,5 мм составляет большую часть навески - до 75%. Доля материала с содержанием частиц размером менее 0,005 мм в песковой фракции исследованных образцов составила в большей части - от 88 до 99.9 %, а также, в отдельных случаях - от 44 до 63%, рисунок 1.

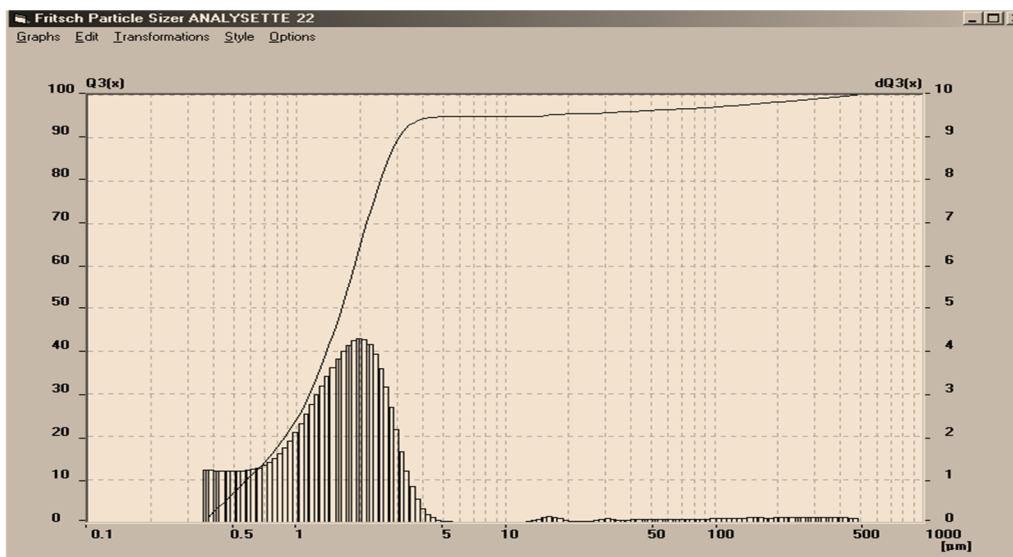


Рисунок 1 - Гистограмма и интегральная кривая распределения дисперсности частиц по размерам: содержание частиц диаметром менее 300 мкм – 99.12 %, менее 200 мкм – 98.4%, менее 5 мкм – 94.94%,

В пробах выявлены соединения: железа - от 43.7 до 72.3 кг/т; титана - от 7.3 до 14.4 кг/т, а также – соединения Ni, W, Rb, Sr, Zr, Mn, Co, Cr и др. С помощью фазового анализа и идентификации линий рентгеновских спектров в пробах установлены минералы: монтмориллонит, содержащий алюминий; стилбит, сепиолит $Mg_4Si_6O_{15}(OH)_2 \cdot 6H_2O$, палыгорскит $O_2H_4 \cdot (OH)_{10}O_4MgAlSi$, ферроактинолит $Ca_2Fe_5Si_8O_{22}(OH)_2$ и коренсит. На рисунке 2 представлена дифрактограмма максимумов интенсивности от систем различных кристаллографических плоскостей образца исследуемого месторождения.

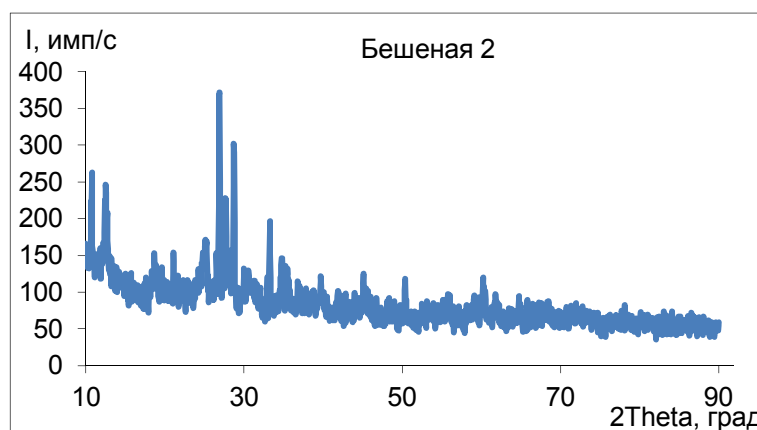


Рисунок 2 - Дифрактограмма пробы глинистого песка месторождения в пойме ручья Бешеного

Естественная влажность песков на первом участке 12,7 %, на втором – 20 %. Экспериментальным и аналитическим путем определены: параметры изменения эффективной сжимаемости; скорости продольной ультразвуковой волны при равновесной эквивалентной плотности; модуль сдвига μ ; модуль продольного растяжения E и коэффициент поперечного сжатия ν при изменении водонасыщения до 30%. Величины относительных показателей μ_1/μ и E_1/E на первом участке высокие, варьируют в большем диапазоне изменения (от 0,62 до 0,75) и в некоторых случаях, несмотря на первоначальное низкое водонасыщение, достигают величин близких к величинам на втором участке, относительные модули которого имеют еще более высокие значения от 0,75 до 0,77, свидетельствующие о низкой эффективности воздействия водонасыщения (без индекса указаны соответствующие величины показаний для песков с естественной влажностью, а с индексом - водонасыщенных песков с повышенным содержанием воды до 30 %). Коэффициент Пуассона ν при изменении водонасыщения остается практически постоянным и равным 0,25 (в одном только случае – 0,27). Таким образом, можно предварительно утверждать, что процесс дезинтеграции песков исследуемого месторождения будет значительно затруднен [3].

Известно, что деструкция минерального продукта возможна за счет создания вихревого потока гидросмеси с максимальной энергией акустического резонансного возбуждения в заданном частотном диапазоне при использовании гидродинамических вихревых воздействий [4], а также – с помощью ударно-волновых воздействий [5] и ультразвука [1, 6] на высокоглинистые исходные пески и их гидросмеси. В ИГД ДВО РАН предпринята попытка развить идею по интенсификации процесса дезинтеграции посредством гидроакустических воздействий в стесненных условиях при повышенном давлении [7-8]. Способ струйно-акустической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси [7] включает скоростную подачу струи в гидродинамический генератор, обработку материала в условиях активных гидродинамических воздействий посредством влияния размещенных внутри корпуса соосно и последовательно соединенных стационарных кавитационных элементов. С помощью дополнительно установленных пакетов подвижных упругих пластинчатых кавитационных элементов осуществляют дополнительное струйное разделение с усилением кавитационно-акустического воздействия на минеральную составляющую гидросмеси и получением заданного среднего значения объемной плотности мощности гидродинамического возмущения для обеспечения градиента давления с превышением предела прочности микрочастиц.

Предложенные новые способы [7-8] эффективной дезинтеграции высокоглинистых золотосодержащих песков россыпей могут быть использованы в широких масштабах при освоении природных и техногенных высокоглинистых россыпных месторождений полезных ископаемых с повышенным содержанием мелкого и тонкого золота.

Вывод.

1. Анализ зависимости относительных параметров модуля сдвига и модуля продольного растяжения от относительного равновесного волнового сопротивления песков позволил раскрыть механизм влияния водонасыщения на высокоглинистые пески россыпных месторождений и установить уровень эффективности данного процесса для каждого участка россыпи.

2. В результате проведенных исследований высокоглинистых песков месторождения благородных металлов установлено, что водонасыщение оказывает различное влияние на изменение прочностных характеристик, которое более заметно на первом участке. Однако, на обоих участках водонасыщение не достаточно эффективно трансформирует пески.

3. Полученные результаты позволили обосновать необходимость применения нетрадиционных методов для глубокой (размером частиц до 0.005 мм) дезинтеграции высокоглинистых песков с использованием струйно-акустической дезинтеграции посредством гидромеханического воздействия в стесненных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хрунина Н.П., Мамаев Ю.А., Пуляевский А.М., Стратечук О.В. Новые аспекты научных основ ультразвуковой дезинтеграции высокоглинистых золотосодержащих песков россыпей Приамурья / под ред. А. М. Пуляевского. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2011. 167 с.

2. Мамаев Ю. А. Исследование высокоглинистых золотосодержащих песков россыпей Нагиминского месторождения / Ю. А. Мамаев, Н. П. Хрунина // Изв. вузов. Горный журнал. - 2012. - № 3. - С. 126-129.

3. Хрунина Н. П. Совершенствование процессов разработки высокоглинистых песков золотоносных россыпей / Н. П. Хрунина, Чебан А.Ю. // Системы. Методы. Технологии. – Братск, 2013. – № 3. – С. 167 – 170.

4. Аникин В. С. Моделирование гидродинамических вихревых потоков с ультразвуковыми кавитационными процессами // Вестник РГРТУ. Рязань, 2008. Вып. 24. [Электронный ресурс]. Дата обновления 12.04.2013. – URL: <http://yandex.ru/yandsearch>. (дата обращения: 26.07.2013).

5. Косолапов А. И., Плютов Ю. А. Повышение эффективности дезинтеграции высокоглинистых песков при разработке месторождений россыпного золота / А. И. Косолапов, Ю. А. Плютов // Красноярская гос. академия цветных металлов и золота [Элек-

тронный ресурс]. Дата обновления 12.04.2013. – URL: <http://yandex.ru>. (дата обращения: 12.04.2013).

6. Мамаев Ю.А., Хрунина Н.П. Рекомендации по проектированию систем дезинтеграции глинистых песков и их гидросмесей на основе механического и звукового воздействий / Ю. А. Мамаев, Н. П. Хрунина // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2012. - № 9. – С. 171-180.

7. Пат. 2506127 Российская Федерация, МПК В03В5/00. Способ струйно-акустической дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси и гидродинамический генератор акустических колебаний / Хрунина Н.П. ; заявитель и патентообладатель Федеральное гос. бюджет. учреждение науки Ин-т горного дела ДВО РАН. - № 2012140610/03 ; заявл. 21.09.2012 ; опубл. 10.02.2014, Бюл. № 4. – 9 с.

8. Пат. 2506128 Российская Федерация, МПК В03В5/00. Способ дезинтеграции минеральной составляющей гидросмеси в условиях резонансных акустических явлений в гидротоке и геотехнологический комплекс для его осуществления / Хрунина Н.П. ; заявитель и патентообладатель Федеральное гос. бюджет. учреждение науки Ин-т горного дела ДВО РАН. - № 2012140887/03 ; заявл. 24.09.2012 ; опубл. 10.02.2014, Бюл. № 4. – 10 с.

УДК 622.02

ТЕХНИЧЕСКАЯ ОСНАЩЕННОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ РАЗРАБОТКОЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

А.Ю. Чебан, кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории освоения рудных и нерудных месторождений открытым способом
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: chebanay@mail.ru

Г.В. Секисов, доктор технических наук, заведующий лабораторией освоения рудных и нерудных месторождений открытым способом
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: chebanay@mail.ru

Н.П. Хрунина, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем освоения россыпных месторождений
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия, e-mail: npetx@mail.ru

Аннотация. В работе приведены результаты исследований по технической оснащенности горнодобывающих предприятий южной части Дальнего Востока России, занимающихся добычей и переработкой строительных горных пород. Выявлено количе-

ство предприятий и месторождений по регионам, а также типы разрабатываемых пород.

Ключевые слова: глина, песок, камень строительный, экскаваторы, бульдозеры, погрузчики.

TECHNICAL EQUIPMENT ENTERPRISES OF THE FAR EAST RUSSIA ENGAGED IN THE DEVELOPMENT OF DEPOSITS CONSTRUCTION OF ROCKS

A.U. Cheban, candidate of technical sciences, researcher at the laboratory of ore and non-ore deposits in the open way

Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: chebanay@mail.ru

G.V. Sekisov, doctor of technical sciences, head of laboratory of development of ore and non-ore deposits of the open cast mining

Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: chebanay@mail.ru

N. P. Hrunina, candidate of technical sciences, researcher at the laboratory of placer deposits

Federal State budgetary institution of Science Mining Institute of Far eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia, e-mail: npetx@mail.ru

Abstract. In the work the results of research on the technical equipment of mining enterprises in the southern part of the far east of Russia engaged in production and processing of construction rocks are considered. A number of enterprises and deposits by regions and types developed rocks are identified.

Keywords: clay, sand, construction rock, excavators, bulldozers, loaders.

Введение. Эффективность работы горных предприятий во многом зависит от их правильной технической оснащенности. В настоящее время в горной отрасли наблюдается большое разнообразие техники. На Дальний Восток России поставляется оборудование отечественных производителей, Японии, США, Китая и других стран. Однако даже при наличии современной импортной техники, остается открытым вопрос эффективности её использования, поскольку себестоимость добычи строительных горных пород остается высокой, а производительность технологических комплексов более низкой по сравнению с аналогичными зарубежными горными предприятиями [1].

Цель работы. Целью данной работы является проведение анализа технической оснащенности горных предприятий, занимающихся добычей и переработкой строительных горных пород. Объектом исследования является юг Дальнего Востока России, включающий четыре региона: При-

морский и Хабаровский края, Амурскую область и Еврейскую автономную область (ЕАО).

Материал и результаты исследований. Авторами изучена региональная структура отрасли по добыче строительных горных пород (табл. 1). Проведен анализ парка горных машин 98 предприятий, ведущих добычу и переработку строительных горных пород на 162 месторождениях в Приморском и Хабаровском краях, Амурской области и ЕАО.

Таблица 1 – Анализ региональной структуры отрасли по добыче строительных горных пород

Добываемые полезные ископаемые	Регионы, количество предприятий $N_{\text{п}}$ и количество разрабатываемых месторождений $N_{\text{м}}$							
	Приморский край		Хабаровский край		Амурская область		ЕАО	
	$N_{\text{п}}$	$N_{\text{м}}$	$N_{\text{п}}$	$N_{\text{м}}$	$N_{\text{п}}$	$N_{\text{м}}$	$N_{\text{п}}$	$N_{\text{м}}$
1. Глина	3	3	8	8	4	4	2	2
2. Песок, песчано-гравийная смесь и т.п.: - в т.ч. русловые месторождения	11	37	6	15	8	12	8	11
3. Строительный камень	21	37	12	13	9	9	2	3
4. Другие полезные ископаемые	1	5	1	1	-	-	2	2
Всего:	36	82	27	37	21	25	14	18

Крупнейшими предприятиями, ведущими добычу строительных горных пород в данных регионах, являются ОАО «Первая нерудная компания», ОАО «Примавтодор», ОАО «Владивостокский бутощебеночный завод», ОАО «Спасскцемент», ОАО «Корфовский каменный карьер», ОАО «Хабаровский речной торговый порт», ООО «Амуркварц», ОАО «Теплоозерский цементный завод» и др.

Основу парков машин горнодобывающих предприятий составляют выемочные, выемочно-транспортирующие и транспортирующие горные машины, типоразмеры которых в зависимости от объемов добываемой и перерабатываемой горной массы значительно различаются. Техническая оснащенность данных предприятий рассматривались нами только с позиций применяемой основной техники.

Наибольшее распространение на горных предприятиях, ведущих разработку строительных горных пород открытым способом, получили одноковшовые экскаваторы. Авторами принимается деление экскаваторов по

вместимости ковша (V_k) на четыре условных типоразмерных группы: первая группа экскаваторов с вместимостью ковша до 1 м^3 включительно; вторая с V_k свыше $1,0$ по $2,5\text{ м}^3$; третья с V_k свыше $2,5$ по $5,0\text{ м}^3$ и четвертая с V_k свыше 5 м^3 (табл. 2).

Таблица 2 – Анализ применяемых на предприятиях одноковшовых экскаваторов

Фирмы-производители экскаваторов	Общее кол-во экскаваторов, ед	Число экскаваторов (ед) данной типоразмерной группы в зависимости от вместимости ковша V_k , м^3			
		$V_k \leq 1$	$1 < V_k \leq 2,5$	$2,5 < V_k \leq 5$	$V_k > 5$
Отечественные производители					
Ковровский экскаваторный завод	33	31	2	-	-
Уралмашзавод	27	-	-	5	22
Воронежский экскаваторный завод	22	-	22	-	-
Прочие	29	18	11	-	-
Всего	111	49	35	5	22
Зарубежные производители					
Hitachi	26	9	10	7	-
Komatsu	17	5	9	2	1
Caterpillar	11	1	6	4	-
Прочие	27	14	10	2	1
Всего	81	29	35	15	2
Итого экскаваторов	192	78	70	20	24

Общее число экскаваторов в регионах 192 единицы. Отечественные экскаваторы составляют 58% всего парка, преимущественно это машины с вместимостью ковша $0,6-1,6\text{ м}^3$ Ковровского, Воронежского и Тверского экскаваторных заводов. При этом используется существенное количество устаревших экскаваторов типа ЭКГ-5А и ЭКГ-4,6, которые применяются при разработке относительно крупных месторождений строительного камня и известняка. Экскаваторы зарубежного производства составляют 42% парка машин. Основным зарубежным поставщиком экскаваторов во всех четырех регионах является фирма Hitachi – 26 машин, на втором месте по численности применяемых экскаваторов практически во всех регионах находится фирма Komatsu, тройку лидеров замыкает фирма Caterpillar. Машины других иностранных фирм - Kobelko, Doosan, Hyundai, Libherr, Mitsubishi и др. представлены в количестве 27 единиц (33,3% парка зарубежных машин).

Бульдозеры при разработке месторождений строительных горных пород выполняют вскрышные, горно-подготовительные, зачистные и некоторые другие вспомогательные работы. Общий парк бульдозеров, рассматриваемых предприятий, составляет 145 единиц и включает в себя машины среднего, тяжелого и сверхтяжелого классов (табл. 3).

Отечественные производители представлены 85 машинами, что составляет 58,6% всего парка бульдозеров, в основном это средние бульдозеры на базе тракторов Т-130 и Т-170. Главным зарубежным поставщиком бульдозеров является фирма Komatsu – 32 единицы, при этом доля машин фирмы в сверхтяжелом классе превышает 72% (13 машин из 18). Наибольшее распространение получили бульдозеры Komatsu D-155 и D-355. На втором месте среди зарубежных поставщиков находится фирма Caterpillar с машинами CAT D6R, D8R, D9R. Активно продвигает на Дальневосточный рынок свою продукцию фирма Shantui. В небольшом количестве представлены машины фирм Hitachi, Libherr, Dressta, Mitsubishi и др.

Таблица 3 – Анализ применяемых на предприятиях бульдозеров

Фирмы-производители бульдозеров	Общее количество бульдозеров, ед	Численность бульдозеров (ед) по классам, в зависимости от мощности двигателя N базовой машины, кВт		
		Средние $80 < N \leq 150$	Тяжелые $150 < N \leq 300$	Сверхтяжелые $N > 300$
Отечественные производители				
ЧТЗ-Уралтрак	79	79	-	-
ОАО «Промтрактор»	6	-	4	2
Всего	85	79	4	2
Зарубежные производители				
Komatsu	32	7	12	13
Caterpillar	11	4	4	3
Shantui	10	5	5	-
Прочие	7	4	3	-
Всего	60	20	24	16
Итого бульдозеров	145	99	28	18

Меньшее распространение при разработке месторождений строительных горных пород получили фронтальные одноковшовые погрузчики. На рассматриваемых предприятиях задействовано 24 погрузчика. В основном это машины среднего и тяжелого класса грузоподъемностью до 10 тонн. Наибольшее распространение получили погрузчики фирмы Komatsu – 13 единиц (54,2% всего парка погрузчиков), также имеются погрузчики фирм Libherr, Stalowa Wola и др. Два погрузчика модели Libherr 566 с грузоподъемностью 15 тонн можно отнести к сверхтяжелому классу.

Транспортировка горной массы осуществляется автосамосвалами. Всего на рассматриваемых предприятиях эксплуатируются автосамосвалы шестнадцати производителей из России; Украины, Белоруссии, Японии, Китая и других стран. На большинстве предприятий используются автосамосвалы КамАЗ, составляя целиком весь транспортный парк организации, либо его часть совместно с машинами других производителей. Наибольшее распространение получил КамАЗ-55111. Большинство автосамосвалов имеет грузоподъемность 10-22 тонны. Карьерные самосвалы грузоподъ-

емностью 27-45 тонн используются на четырнадцати наиболее крупных предприятиях. Среди карьерных автосамосвалов наиболее распространен БелАЗ-7540.

При разработке крупных русловых месторождений песка и песчано-гравийной смеси используются земснаряды (проекта Р-109) и плавучие краны КПЛ-16/30 (проектов Р-108 и Р-19). Добытые строительные горные породы транспортируются на баржах грузоподъемностью 1500 и 2500 тонн речными толкачами типа РТ-600. Более мелкие месторождения разрабатываются с использованием земснарядов типа 180-60 или С42-А, барж МП-600 (проект 942), буксиров-толкачей (проект 911Р) и буксирно-моторных катеров БМК-150. Разгрузка барж производится гидравлическими перегружателями или плавкранами.

Из представленного анализа технической оснащенности предприятий видно, что при разработке месторождений строительных горных пород используются в основном цикличные технологии (исключение составляют лишь некоторые русловые месторождения), которые характеризуются относительно невысокой производительностью и большой стоимостью ведения работ. В тоже время во многих странах мира значительное распространение получили циклично-поточные технологии, которые целесообразно было бы внедрить и на Дальнем Востоке, в частности при разработке крупных месторождений цементного сырья [2].

Выводы. Использование на предприятиях регионов большого разнообразия марок горно-транспортной техники не вполне соответствует технико-экономическим условиям освоения месторождений, так как приводит к усложнению и удорожанию ремонтных работ, требует укомплектование предприятий квалифицированными кадрами, снижает производительность труда, а в конечном счете уменьшает общую эффективность освоения месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рассказов И.Ю., Чебан А.Ю., Литвинцев В.С. Анализ технической оснащенности горнодобывающих предприятий Хабаровского края и Еврейской автономной области // Горный журнал. – 2013. – №2. – С. 30-34.
2. Чебан А.Ю. О целесообразности внедрения послойно-полосовых технологий при разработке месторождений цементного сырья в Дальневосточном регионе // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. - №10. – С. 53-58.

УДК 622.794.3

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ОСАДКОВ ЧЕРНОГО МОРЯ ПРЕССОВАНИЕМ

А.Е. Шевченко, аспирант кафедры основ горных машин и инжиниринга
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск, Украина, e-mail: alex.shevche@gmail.com

Аннотация. В работе приведены результаты экспериментальных исследований процесса обезвоживания глубоководных органо-минеральных отложений Черного моря методом фильтрования.

Ключевые слова: глубоководные органо-минеральные отложения, фильтрование, уравнения Дарси, удельная производительность фильтра.

THE RESULTS OF DEEP-SEA ORGANIC-MINERAL SEDIMENTS DEWATERING LABORATORY TESTS WITH COMPRESSION METHOD USING

O. Shevchenko, Postgraduate of Mining Machines and Engineering Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: alex.shevche@gmail.com

Abstract. It is given the results of experimental investigation of deep-sea organic-mineral sediments dewatering process with filtration method using.

Keywords: deep see organic-mineral sediments, dewatering, Darcy equalization, specific productivity of the filter.

Введение. Глубоководные органо-минеральные осадки (ГВОМО) Черного моря – глинисты илы, залегающие на глубинах от 400-500 до 2200 м. К особенностям ГВОМО как объекта обезвоживания можно отнести: мелкодисперсную структуру (80-85% составляют частицы размером менее 10 мкм), наличие органики, высокую липкость и влажность [1], что делает их трудно фильтруемым материалом. Кроме того, физико-механические свойства морских осадков могут изменяться в довольно широком диапазоне, что сильно затрудняет расчеты параметров обезвоживающих фильтровальных машин. Поэтому обоснование параметров оборудования для обезвоживания ГВОМО требует проведения экспериментальных исследований.

Целью работы является освещение некоторых результатов экспериментальных исследований по обезвоживанию ГВОМО методом фильтрования.

Материал и результаты исследований. Основными параметрами фильтровальной машины для обезвоживания мелкодисперсных суспензий являются: рабочее давление P , расстояние между фильтровальными поверхностями h и время фильтрования t . Все эти параметры связаны основным уравнением фильтрования Дарси [2]:

$$\frac{1}{F} \frac{dV}{dt} = \frac{c}{m} \frac{Dp}{h}, \quad (1)$$

где c – проницаемость осадка; μ – вязкость жидкости; h – высота слоя осадка; F – площадь поперечного сечения колонки; dV – объем жидкости, проходящей через колонку за время dt .

Для определения основных зависимостей процесса фильтрования ГВОМО при разных значениях давления, принятого постоянным для каждого опыта, на базе НГУ были проведены экспериментальные исследования. Установка для проведения исследований по обезвоживанию ГВОМО способом фильтрования при постоянном давлении представлена на рис. 1.

Давление в рабочей камере 1 создается поршнем 2, нагружаемого набором грузов 3 посредством коромысла 4 и штока 5. Второй конец коромысла шарнирно закреплен в опоре 6. Под действием давления P твердые частицы суспензии задерживаются на фильтровальной перегородке (ФП) 7, а жидкость (фильтрат) поступает в сосуд 8, установленный на электронных лабораторных весах 9. Через каждый заданный промежуток времени dt на подключенный к весам компьютер 10 производится запись значения массы образовавшегося фильтрата.

Условия проведения опытов: исследования проводились при постоянном давлении $P = 0,5; 1...10$ МПа и усредненной исходной влажности материала (определяемой как отношение массы воды к массе навески грунта) 63,9%; при этом для каждого значения давления в течение 30 мин через одинаковые промежутки времени записывались значения массы образовавшегося фильтрата; после окончания опыта измерялись конечная влажность осадка и его высота.

После проведения опытов для кокколитового ила была получена зависимость удельного расхода фильтрата $dV/(Sdt)$ от давления фильтрования P и времени фильтрования t . Данная зависимость представлена на рис. 2. Для получения каждой точки поверхности было проведено по 3 параллельных опыта.

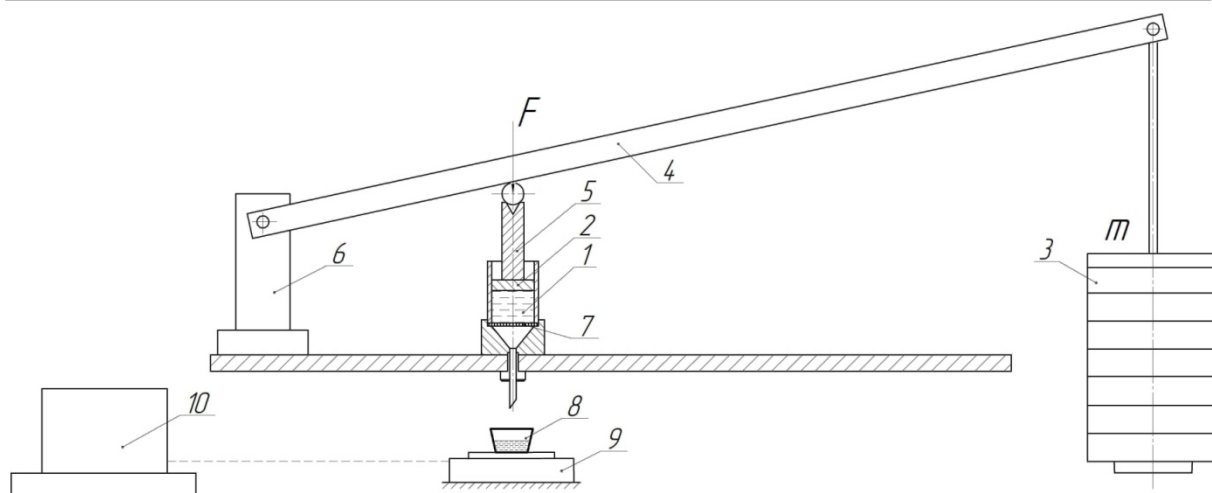


Рисунок 1 – Схема фильтровальной установки:

1 – рабочая камера; 2 – поршень; 3 – набор грузов; 4 – коромысло; 5 – шток; 6 – опора; 7 – фильтровальная перегородка; 8 – сосуд для сбора фильтрата; 9 – лабораторные электронные весы; 10 – компьютер

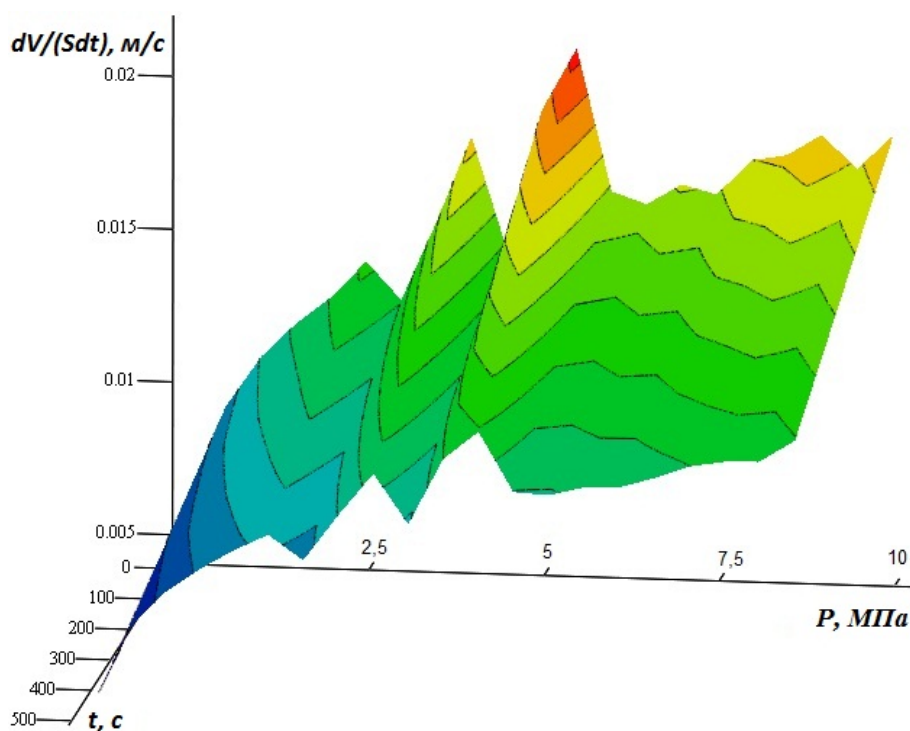


Рисунок 2 – Зависимость удельной производительности фильтра от давления и времени фильтрования

Исходя из полученной зависимости (рис. 2) видно, что наиболее интенсивно процесс обезвоживания происходит в течение первых 3-7 мин фильтрования; наибольшая удельная производительность фильтра в промежутке времени 0...10 мин наблюдается при давлении $P = 4 \text{ МПа}$ и изменяется от 0,0215 до 0,0124 м/с.

Резкое повышение удельной производительности фильтра при давлениях 2,5 МПа, 3,7 МПа и 4,0 МПа требует проведение контрольных экспериментов для этой области давлений с измерением не только объема образующегося фильтрата во времени, но и усадки материала, которая должна быть пропорциональна удельному расходу фильтрата. После определения рабочего давления фильтра, экспериментально можно установить зависимости высоты слоя образующегося на фильтре осадка, определенной влажности, от времени фильтрования.

Вывод. Оптимальное давление фильтрования для кокколитового ила составляет порядка 4 МПа; рациональное время обезвоживания материала составляет 3-7 мин; для обоснования рациональной высоты слоя осадка требуется проведение дополнительных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабинец А.Е., Емельянов В.А., Митропольский А.Ю. Физико-механические свойства донных осадков Черного моря. Киев: Наук. думка, 1981.– 204 с.
2. Бейлин М.И. Теоретические основы процессов обезвоживания углей. – М.: Недра, 1969. – 240 с.

УДК [531.391+539.4]:622.673

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ОБОЛОНКИ ГУМОТРОСОВОГО КАНАТА

Д.Л. Колосов, кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної, теоретичної та прикладної механіки
Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна, evolyuta@gmail.com

Г.І. Танцура, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування
Дніпродзержинський державний технічний університет, м. Дніпродзержинськ, Україна

Анотація. Наведено аналіз результатів експериментальних досліджень плоских гумотросових канатів на продавлювання тросів на барабані підйомної машини та на передачу дотичного навантаження гумовою оболонкою каната.

Ключові слова: гумотросовий канат, барабан підйомної машини, експериментальні дослідження, гума оболонка, міцність.

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE STRENGTH OF RUBBER-ROPE CABLE SHELL

D. Kolosov, PhD, Associate Professor of the Department of Structural, Theoretical and Applied Mechanics
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: evolyuta@gmail.com

G. Tantsura, PhD, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering Technology
Dneprodzerzhinsk State Technical University, Dneprodzerzhinsk, Ukraine

Abstract. An analysis of experimental results of the flat rubber-rope cables press on a drum of the hoist machine and transmission of the shearing load by rubber-rope shell is presented.

Keywords: rubber-rope cable, drum of the hoist machine, experimental analysis, rubber shell, strength.

Вступ. Гумотросові канати пройшли значну промислову апробацію. В якості тягових канатів ліфтів з барабанами малого діаметра такі канати в Україні не використовувалися [1, 2]. В основному їх досліджували на міцність тягового тросового осердя та менш досліджували напружений стан гумової оболонки.

Стан питання та постановка задачі дослідження. У роботі [3] теоретично досліджено напружено-деформований стан гумової оболонки гумотросового канату у разі тиску на барабан при передачі тягового зусилля. Разом з тим відомо, що міцність, умови руйнування гумової оболонки канату залежать не лише від закономірностей розподілу напружень, а й від інших чинників, таких як, наприклад, нециліндрична форма поперечного перерізу троса, його деформування, його дискретна структура, міцність гуми осердя та інше. Механізм впливу цих чинників досить складний, його практично неможливо врахувати в аналітичних дослідженнях. Тому ставиться **задача** експериментальним шляхом встановити рівень навантажень каната, виготовленого на основі тросів малого діаметра, за яким відбувається руйнування його гумової оболонки внаслідок взаємодії з барабаном підйомної машини.

Основний зміст роботи та результати. Відомо, що на ділянці взаємодії каната з барабаном, на канат з боку барабана діють сили тиску та дотичні навантаження. Відповідно, нижче розглянуті ці два типи навантажень.

В експериментах використовували канати ГТК-1-30x10/4x3.1, ГТК-1-40x10/6x3.1, виготовлені ремонтно-механічним заводом ПАО «Кривбасзалізрудком» на основі тросів діаметром $d = 3,1$ мм Харцизького заводу з виробництва сталевих тросів "Сілур" (за ТУ У 28.7-00191046-011-2003), укладених з кроком $h = 6,5$ мм товщиною $b = 10$ мм.

Випробовування на продавлювання тросів на барабані підйомної машини. З урахуванням отриманих теоретичним шляхом результатів були проведені експерименти для визначення гранично допустимого тиску каната на барабан. Дослідження проводили на розривній машині ІР-5047-50-03. Схема випробовування зразка приведена на рис. 1.

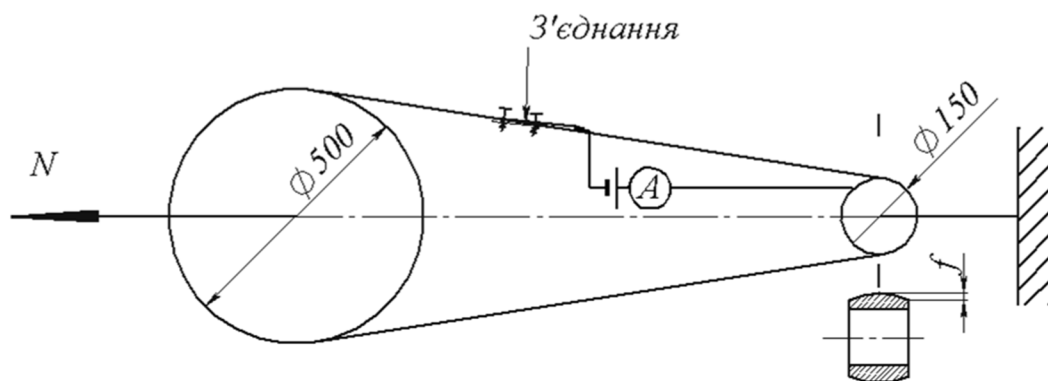


Рисунок 1 – Схема випробовування на продавлювання тросів каната на циліндричному та опуклому барабані зменшеного діаметра

Для випробовувань брали виготовлені відрізки каната довжиною 10 м. Значення стріли прогину f приймали рівною 0, 0,65 мм, 1,3 мм при ширині каната 26 мм. Таким чином розглядалися три випадки значення стріли кривизни твірної барабана каната: 0, 2,5%, та 5% ширини каната.

Потрібний обсяг вибірки визначався з використанням стандарту ГОСТ 17510-79 «Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений». Виконання експериментальних досліджень вимагає значного розходу матеріалу – зразків каната. З урахуванням останнього приймалася план спостережень [NRT]. З умови недопущення продавлювань в експериментах відстежували нижню границю навантажень. Для нижньої границі довірчої ймовірності, рівній 0,8 та відносної похибки 20% при оцінці середнього значення сили навантаження каната треба виконати не менше, ніж 29 експериментів. Приймалось 30.

Випробовування проводилися наступним чином. Виготовлений зразок каната огинали навколо двох барабанів – барабана діаметром 500 мм та спеціально виготовленого сталевого барабана діаметром $d_b = 150$ мм. Останній емітував барабан підйомної машини.

Кінці каната накладали один на один – їх розташовували поміж двома платівками. Платівки стягували болтами, заведеними в отвори платівок. Затягування проводили до забезпечення нерухомості з'єднання кінців каната. Кількість пар таких платівок встановлювали, рівну трьом.

Довжина каната у 10 м забезпечувала можливість проведення декількох експериментів для одного відрізка каната шляхом його переміщення

відносно барабанів. При цьому для недопущення впливу попередньої ушкодженої ділянки на результати дослідження, що виконувалося на суміжній ділянці, відстань між ними вибиралася не меншою за 400 мм. З метою недопущення впливу особливостей розподілу сил поміж тросами, що могло виникнути під затискувачами, відстань від затискувачів до ділянки проведення випробовувань вибиралася також не меншою ніж 400 мм. Вказана відстань зумовлена тим, що дослідження впливу крайових збурень, викликаних навантаженнями тросів для каната, використаному в дослідженнях, не перевищувала 300 мм. Для візуального контролю ділянок збурень на канат фарбою наносили риси на такій відстані. Викривлень рисок не спостерігалось.

Менший діаметр барабана – 150 мм, що емітував барабан підйомної машини, зумовлював значно більший тиск каната на нього. Відповідно це призводило до руйнування оболонки каната на барабані діаметром 150 мм в першу чергу.

Для встановлення миті, відповідно і величини навантаження, яке викликало руйнування гумової оболонки, кінці тросів каната з'єднували струмопроводом з барабаном діаметром 150 мм через амперметр. До створеного ланцюга було приєднано джерело живлення.

Зразок навантажували силою розтягу N . Силу навантаження приводом машини збільшували від нуля до моменту появи струму, який фіксували амперметром. Струм виникав внаслідок замикання електричного ланцюга. Замикання ланцюга відбувалося при контакті одного з тросів каната з барабаном. Контакт виникав тоді, коли відбувалося руйнування гумової оболонки каната – діелектрика, що відокремлював троси від барабана. Значення сили розтягу N при цьому фіксували.

Відповідно до вказаних умов експериментальні значення сил Q (в системі сил кгс) продавлювання, становили:

- в першій серії експериментів:

540, 500, 450, 440, 410, 440, 570, 560, 550, 440, 470, 610, 500, 480, 470, 520, 530, 490, 500, 520, 450, 490, 410, 516, 570, 450, 550, 490, 440, 540;

- в другій серії експериментів:

510, 460, 530, 490, 450, 600, 430, 410, 520, 420, 470, 550, 470, 450, 450, 570, 440, 430, 540, 460, 530, 540, 530, 510, 500, 520, 510, 490, 470, 520;

- в третій серії експериментів:

430; 460; 440; 500; 500; 520; 560; 490, 530, 590; 410; 470; 510; 480; 510; 530; 510; 470; 470; 580; 440; 470; 430; 470; 390; 570; 440; 390; 440; 520.

Разом з тим відзначимо, що в канаті руйнувалася оболонка каната, як під крайніми так і під некрайніми тросами.

Відповідно до загально прийнятих методик обробки експериментальних результатів, побудовані гістограми для знайдених розподілів випадкових значень сили руйнування гумової оболонки каната під дією сил натягнення зразка (рис. 2-4).

Для отриманих значень випадкових величин знайдемо основні показники. Математичне очікування

$$M_{(x)} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}, \quad (1)$$

де x_i – i -та реалізація випадкової величини; N – кількість даних.

Дисперсія

$$D_{(x)} = \frac{\sum_{i=1}^N (M_{(x)} - x_i)^2}{N - 1}. \quad (2)$$

Середньоквадратичне відхилення

$$\delta_{(x)} = \sqrt{D_{(x)}}. \quad (3)$$

Для перерахованих трьох випадків математичне очікування становить, відповідно: 49,7 кН, 49,2 кН, 48,4 кН. Дисперсія: 25,4; 22,2; 28,0. Середньоквадратичне відхилення: 5,05 кН; 4,71 кН; 5,29 кН. Три дельта: 15,1 кН; 14,1 кН; 15,9 кН.

Визначимо межі значень випадкових величин

$$M_{(x)} \pm 3\delta_{(x)}. \quad (4)$$

Для розглянутих випадків вони становлять: 34,6-64,8 кН; 35,1-63,3 кН; 32,5-64,3 кН.

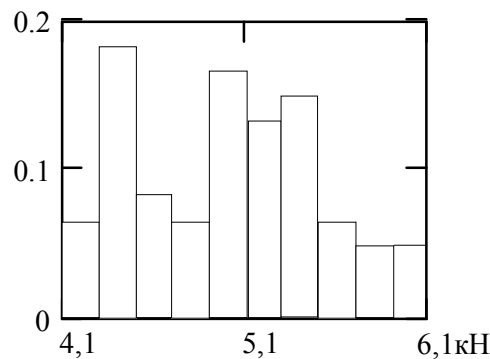


Рисунок 2 – Гістограма для першої серії експериментів

Отримані експериментальні данні не виходять за визначені межі. Це свідчить про відсутність грубих помилок в проведення експериментальних досліджень сил руйнування гумової оболонки каната на барабанах з прямолінійною та криволінійною твірними.

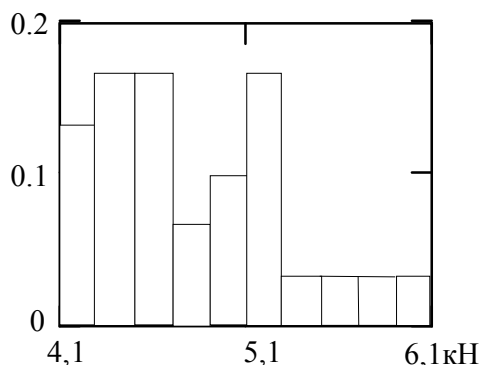


Рисунок 3 – Гістограма для другої серії експериментів

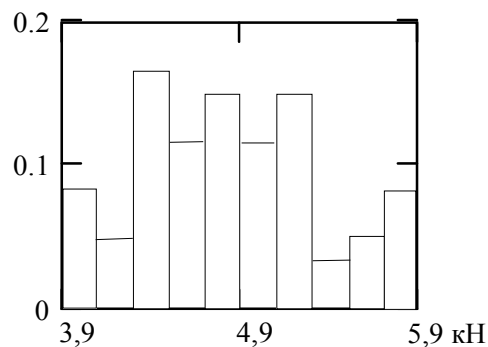


Рисунок 4 – Гістограма для третьої серії експериментів

Визначимо інтервал значень сил руйнування при заданій надійності в 90%. Враховуючі обмежену (малу) кількість експериментальних результатів, такий інтервал визначимо за залежністю

$$M_{(x)} - l_{\beta} \delta_{(x)} < M_{(x)} < M_{(x)} + l_{\beta} \delta_{(x)}, \quad (5)$$

де l_{β} – коефіцієнт Стюдента.

Для вибірки з кількістю спостережень, рівній тридцяти для довірчої ймовірності 90% коефіцієнт Стюдента становить 1,7. Відповідно інтервали, на яких забезпечується такий рівень довірчої ймовірності становлять:

41,1 < 49,7 < 58,3 (відхилення від математичного очікування менше за 17,3%);

41,2 < 49,2 < 51,2 (відхилення від математичного очікування менше за 16,3%);

39,5 < 48,4 < 57,3 (відхилення від математичного очікування менше за 18,4%).

Отримані та наведені вище експериментальні результати показують несуттєвий вплив кривизни твірної барабана на міцність оболонки на її продавлювання. Разом з тим вони відтворюють якісну картину впливу перерозподілу тиску тросів каната на барабан, коли нерівномірність розподілу сил зростає зі зростанням стріли прогину твірної барабана.

Менший вплив кривизни каната, на нашу думку, пов'язаний з тим, що на опуклому барабані гума під середніми тросами до моменту входження гуми під крайніми тросами деформується в напрямку, що співпадає з твірною барабана. Таке деформування призводить до більших нормальних переміщень гуми при менших напруженнях, при зростанні напружень від нульових значень. При подальшому навантаженні гума під тросами деформується практично в умовах всебічного стискання. За таких умов значні напруження в гумі не викликають значних деформацій. Вказане зумовлено тим, що гума практично веде себе як матеріал, що не стискається, для якого коефіцієнт Пуасона близький до 0,5.

Вказане підтверджується і тим, що нормальні напруження в гумовій оболонці каната спрямовані вздовж радіуса барабана при нульовій кривизні його твірної, значно перевищують напруження руйнування гуми, встановлені експертами Українського центру «Промбезпека» [3].

Так, радіальне усереднене (не максимальне) по ширині каната шириною $b = 26$ мм напруження в гумі при навантаженні, що дорівнює математичному очікуванню, визначається залежністю $\sigma_{сер} = \frac{M(x)}{2 r_0 b}$ та для розглянутих випадків становить 12,7 МПа; 12,6 МПа; 12,4 МПа.

Відповідно до виконаних досліджень коефіцієнт концентрації напружень в гумі для каната товщиною 10 мм з одним тросом діаметром 3,1 мм становить 2. Для каната з безмежною кількістю тросів цей коефіцієнт дорівнює 1,5. З урахуванням вказаних коефіцієнтів концентрації, максимальне напруження в гумі каната з чотирьох тросів має лежати в межах

$$\sigma_{max} = \sigma_{сер} (1,5 \div 2).$$

Для розглянутих випадків вони становить, відповідно $19 \div 25,4$ МПа; $18,9 \div 25,2$ МПа; $18,6 \div 24,8$ МПа.

Для гумової оболонки каната, відповідно даних експертизи, умова міцності гуми обкладинки каната становить 15 МПа, а гуми осердя каната – 16 МПа. Порівняння меж значень максимальних напружень в гумі каната з одним тросом та з безмежною кількістю тросів показує, що максимальні напруження, визначені для каната з безмежною кількістю тросів ближчі до значень границі міцності гуми. Це дозволяє пропонувати при розрахунках гумотросових канатів максимальні напруження в гумі визначати, як для каната з безмежною кількістю тросів, коли останніх не менше, ніж чотири. Для тросів з меншою кількістю тросів розглядати канат, як однотросовий. Враховуючі, що кількість тросів в канаті має бути парною, такому канату може відповідати лише двотросовий канат.

Відповідно до результатів теоретичного аналізу розподілу напружень та відповідно до уявлення про механізм прояву локальних напружень (принцип Сен-Венана), максимально нерівномірно напруження розподіляються по поверхні тросів – основного чинника крайового ефекту. При цьому максимальні напруження реалізуються по поверхні взаємодії троса та гуми. Вказане визначає потребу враховувати характеристики міцності гумового осердя каната, а не його обкладинок. Різниця між визначеними максимальними напруженнями та напруженням, що відповідає границі міцності гуми осердя каната, лежить в межах при врахованому впливі нерівномірності розподілу напружень 21-19% та 18-21%.

Значення дисперсій, відповідно і середньоквадратичних відхилень, не суттєво відрізняються поміж собою. Середньоквадратичні відхилення бли-

зькі до 10% значень математичних очікувань, відхилення значень сил руйнування від математичних очікувань при 90% рівні надійності не перевищує 18,4%.

Регламентоване розривне зусилля троса каната становить $P_{роз} = 8$ кН. Математичне очікування величини навантаження на один трос $M_{1(x)}$, що прикладалося в експериментальних дослідженнях, було не меншим, ніж отримане вище значення математичного очікування, поділене на кількість гілок каната в експерименті та на кількість тросів в канаті

$$M_{1(x)} = \frac{M_{(x)}}{2 \cdot 4}.$$

Тоді для трьох розглянутих випадків маємо значення математичних очікувань навантажень на один трос, що викликали руйнування гумової оболонки каната на барабані діаметром 150 мм: 6,212 кН; 6,15 кН; 6,05 кН.

Відповідно, зменшення запасу міцності каната, визначене з умови міцності для тросів через можливість руйнування його гумової оболонки знайдемо, як співвідношення математичного очікування величини навантаження на один трос та величини розривного зусилля троса

$$k = \frac{M_{1(x)}}{P_{роз}}.$$

Вказані зменшення запасів міцності для розглянутих випадків становлять 1,29; 1,30; 1,32.

Випробовування каната на передачу дотичного навантаження гумовою оболонкою. В підйомній машини тягове зусилля від приводу каната передається завдяки силам тертя поміж канатом та барабаном. В канаті від поверхні його взаємодії з барабаном передається тросу внутрішніми напруженнями в оболонці каната. В аналізі схем навантаження каната зусиллями зсуву, зразків та схем їх навантажень було показано, що найбільше умовам навантаження тросів в гумотросовому канаті лише дотичними силами, відповідають спеціально виготовлені зразки двох типів [3].

Зразок першого типу повинен мати відрізок каната з одним тросом, з гумовою оболонкою. До гумової оболонки має бути приклеєна металева платівка. Платівка має бути довшою за довжину гумової оболонки та виступати за її межі з краю протилежного тросу. За платівку зразок мав утримуватися в затискувачах розривної машини. Другий затискувач мав утримувати кінець троса.

Зразок другого типу повинен мати три троси разом з гумовою оболонкою. В ньому два крайніх троси мають бути зафіксовані. До середнього, з протилежного кінця зразку троса, повинна бути прикладена сила розтягу. Такій схемі навантаження та формі зразка відповідає передбаченій стандар-

ртом зразок для проведення іспитів на вирив троса з гумотросового каната (стрічки), показаний на рис. 5.

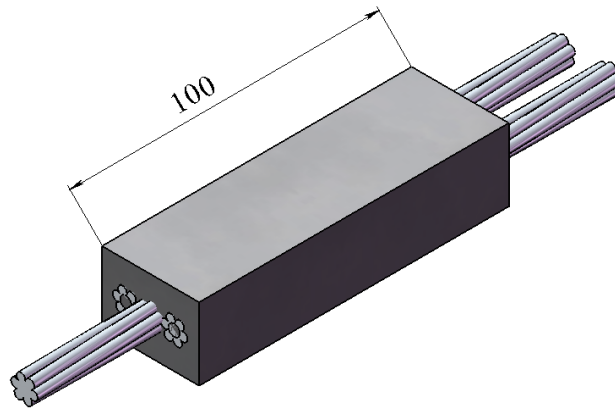


Рисунок 5 – Зразок для випробовувань троса на вирив

Виготовлення партії зразків першого типу та їх випробовування показало, що зразки руйнуються по поверхні приклеювання осердя каната до металевої платівки. Останнє не дозволяє розглядати отримані результати, як достовірні. Таким чином, нижче наведені експериментальні дослідження стандартних зразків стандартними методами.

Як видно з рис. 5, зразки каната мають три троса. На середній частині зразка гумова оболонка залишається цілою. Довжина цієї частини становить 100 мм. Кінці тросів, що виступають за межі зразку, обрізано наступним чином. З одного краю середній трос обрізано по межі гумової оболонки каната, аналогічно, по межі гумової оболонки, але з протилежного краю зразка, обрізані два крайніх троса.

Як і в попередніх дослідженнях для проведення експериментів було заплановано 30 випробовувань. Випробовування проводилися на вертикальній розривній машині. Зразок кінцями тросів, відповідно один трос одного кінця та два троса другого, поміщали у затискувачі машини. Приклавши приводом машини зусилля натягнення утримували зразок та затискувачі машини до надійної фіксації. Далі навантаження збільшували до виривання троса з гуми. Останнє спостерігалось візуально та по показам пристрою контролю прикладеного зусилля – воно різко зменшувалося, але не до нуля. Сили тертя, що виникали поміж тросами та гумою створювали незначний опір. При цьому були отримані наступні результати (значення сил вириву тросів):

2,86; 2,70; 2,93; 2,95; 2,57; 2,74; 2,78; 3,01; 3,06; 2,79; 2,86; 2,89; 2,94; 2,89; 2,84; 2,87; 2,78; 2,94; 2,79; 2,83; 2,90; 2,84; 2,91; 2,79; 2,89; 2,86; 2,90; 3,15; 2,89; 2,83.

Відповідно до загально прийнятих методик обробки експериментальних результатів, побудовані гістограми для знайдених розподілів випадко-

вих значень сили руйнування гумової оболонки каната під дією сил натягнення зразка (рис. 6).

Для отриманих значень випадкових величин знайдемо основні показники. За залежністю (1) математичне очікування $M_{(x)} = 2,859$ кН, з (2) дисперсія $D_{(x)} = 0,013$. Відповідно до (3) середньоквадратичне відхилення $\delta_{(x)} = 0,112$ кН. Значення для виразу (4) становить $3 \delta_{(x)} = 0,336$ кН.

Визначимо межі значень випадкових величин

$$M_{(x)} \pm 3 \delta_{(x)} = 2,523 \div 3,195 \text{ кН.}$$

Отримані експериментальні данні не виходять за визначені межі. Це свідчить про відсутність грубих помилок в проведення експериментальних досліджень.

Як і вище за залежністю (5) визначимо інтервал значень сил руйнування при заданій надійності в 90%, врахувавши, що коефіцієнт Стьюдента також становить 1,7: $2.669 < 2,859 < 3,049$ кН (граничні відхилення від математичного очікування менше за 7%).

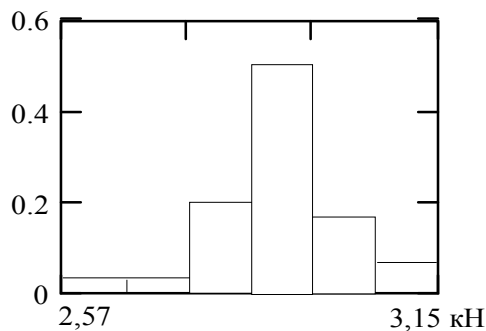


Рисунок 6 – Гістограма розподілу випадкової величини – зусилля вириву троса зі зразка

Напруження руйнування гумової оболонки діяли по поверхні троса. Площа поверхні троса в зразку $A = p \cdot dl = 3,14 \cdot 3,1 \cdot 100 = 973,4 \text{ мм}^2$. Граничні середні напруження зсуву в зразку $2,742 < 2,937 < 3,133 \text{ Н} \cdot \text{мм}^{-2}$.

Напруження по поверхні троса гумотросового каната, навантаженого дотичними силами, розподілені нерівномірно. Врахувавши коефіцієнти нерівномірності розподілу напружень, визначимо межі максимальних напружень, що з ймовірністю 90% можуть призводити до руйнування каната, навантаженого дотичними силами. Врахуємо те, що умови дотичного навантаження троса в трьохтросовому зразку близькі до умов дотичного навантаження каната, в якому товщина каната відповідає кроку укладення тросів, а крок – товщині. При прийнятному коефіцієнті концентрації напружень 2, граничні максимальні напруження зсуву в зразку становлять $5,484 < 5,874 < 6,266 \text{ Н} \cdot \text{мм}^{-2}$.

Отримані значення напружень менші за напруження руйнування гуми осердя каната 15 МПа та одного з ними порядку. Менше їх значенні, на нашу думку, зумовлено тим, що руйнування відбувається по поверхні склеювання гуми та троса. Враховуючи останнє приймемо коефіцієнт, що враховує цю особливість, рівним 4.

Максимальні дотичні напруження, що виникають поміж барабаном та плоским канатом при передачі сили тертям на барабані

$$\tau_{max} = f \frac{2N}{d_b b}$$

З умови міцності

$$\tau_{max} = f \frac{2N}{d_b b} \leq \frac{\sigma}{4kK},$$

де σ – напруження розриву гуми осердя каната; k – коефіцієнт концентрації напружень, зумовлений формою гумового осердя каната; K – коефіцієнт запасу міцності по напруженням зсуву.

Приведене напруження від дії дотичних напружень та стискання слід визначати за відомими залежностями.

Висновки. Отримані експериментальні результати можна вважати достатньо достовірними, оскільки вони узгоджуються з аналітичними – різниця поміж ними та експериментально встановленою міцністю гуми не відрізняється більш, ніж на 20%. Більш значна розбіжність поміж міцністю гуми та міцністю адгезійного зв'язку гуми з тросами полягає в самій природі цих величин. Адгезійний зв'язок завжди менший, ніж міцність елементів, що з'єднані поміж собою.

Визначений розподіл силових факторів в оболонці каната має бути врахований в подальшому при проектуванні підйомно-транспортних машин з гумотросовим тяговим органом, що дозволить підвищити безпеку експлуатації таких машин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кравченко В.В. Резинотросовые канаты успешно прошли испытания / В.В. Кравченко, Д.Л. Колосов, Н.Н. Шидо // Подъемные сооружения. Специальная техника. – Одесса. – 2011. – № 4. – С. 29-30.
2. Кравченко В.В. Опыт эксплуатации шахтного лифта на резинотросовых подъемных канатах: пять лет спустя / В.В. Кравченко, Д.Л. Колосов, Н.Н. Шидо // Подъемные сооружения. Специальная техника. – Одесса. – 2014. – № 1-2. – С. 26-27.
3. Наукове обґрунтування раціональних параметрів ліфтових установок нового покоління з плоскими тяговими органами: звіт з НДР (проміжний). Науковий керівник В.В. Проців / Державний ВНЗ «НГУ». – № держреєстрації 0113U000407 – 2013. – 91 с.

УДК 624.139

АНАЛІЗ МЕТОДІВ, ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИКОНАННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ НА МЕРЗЛИХ ҐРУНТАХ

М.М. Балака, асистент кафедри будівельних машин

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: balaka_maxim@ukr.net

М.О. Антонков, студент факультету автоматизації і інформаційних технологій, група БМО-53
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

Анотація. В роботі проаналізовано існуючі методи, технології та засоби механізації виконання земляних робіт на мерзлих ґрунтах. Розглянуто основні напрями інтенсифікації цих робочих процесів в обмежених умовах будівництва. Наведено конструктивні рішення робочих органів машин, ресурсо- і енергозберігаючі технології та засоби механізації розробки мерзлих ґрунтів.

Ключові слова: мерзлий ґрунт, метод, засіб механізації, технологія, інтенсифікація, земляні роботи, енергоємність, трудомісткість, обмежені умови будівництва.

ANALYSIS OF THE METHODS, MEANS AND TECHNOLOGIES INTENSIFICATION OF EARTHWORKS ON THE FROZEN SOILS

M. Balaka, Assistant of Building Machinery Department

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: balaka_maxim@ukr.net

M. Antonkov, Student of Automation and Information Technology Department, group BMO-53
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

Abstract. This paper analyzes the existing methods, technologies and means of mechanization of earthworks on the frozen soils. The main directions intensification of these workflows in limited conditions of construction. Presented constructive solutions working bodies of machines, resource- and energy-conserving technologies and mechanization of frozen soils development.

Keywords: frozen soil, method, means of mechanization, technology, intensification, earthworks, power-intensity, laboriousness, limited conditions of construction.

Вступ. Значна частина земляних робіт виконується поблизу існуючих будівель, діючих підприємств, ліній електропередач та інших неподалік розташованих об'єктів. Близькість до місця виконання робіт об'єктів і споруд, а

також обмеження, що пов'язані з малими розмірами будівельного майданчика, стримують застосування цілого ряду способів розробки ґрунтів.

Крім того, в процесі виконання будівельних робіт навколишнє природне середовище зазнає вплив нестаціонарної складової будівництва, а саме екологічно небезпечного впливу будівельної техніки та матеріалів, що застосовуються в будівництві. Даний негативний фактор, що визначається у викидах забруднень в атмосферу, гідросферу та літосферу, завдає докільку значної шкоди. Наприклад, середній вміст суспензії в поверхневих шарах житлових районів складає 1,4...1,5 г/л, а за наявності будівництва збільшується в 6 разів. Тільки при спорудженні пальових фундаментів відбувається викид рідких та газоподібних відходів в обсязі до 25% від загальної маси використаних паливно-мастильних матеріалів [1]. Таким чином, раціональне оснащення будівельного виробництва ефективними засобами механізації відіграє важливу роль не тільки з позиції економії матеріальних ресурсів, але й з позиції охорони довкілля та екологічної безпеки.

До цього часу не створені або не отримали практичного застосування засоби механізації для розробки мерзлих ґрунтів, які засновано на застосуванні нових методів інтенсифікованого впливу на розроблювану ґрунтову поверхню з використанням фізичних ефектів. Тому пошук нових конструктивних рішень, методів інтенсифікації розробки мерзлих ґрунтів, створення ресурсозберігаючих та економічно вигідних технологій і засобів механізації є одним з важливих напрямів по вдосконаленню будівельного виробництва.

Мета роботи. Проаналізувати існуючі методи, технології та засоби механізації виконання земляних робіт на мерзлих ґрунтах і розглянути напрями інтенсифікації цих робочих процесів в обмежених умовах будівництва.

Матеріал та результати досліджень. Тенденція розвитку методів, засобів механізації та технологій розробки мерзлих ґрунтів характеризується кількома основними напрямками інтенсифікації виконання земляних робіт. Наявність різних шляхів пов'язано з пошуком нових ефективних методів впливу на ґрунт, враховуючи його специфічні властивості. У будівельній практиці широко застосовуються різні методи і засоби розробки мерзлих ґрунтів. Це пов'язано з різноманітністю технологічних умов робіт, відмінністю видів та об'єктів виробництва, наявністю енергетичних носіїв, фізико-механічними властивостями ґрунтів та низкою інших причин.

Різнманітність методів (способів) можна розділити на основні групи:

- розробка мерзлих ґрунтів з попередньою підготовкою з метою збереження або перетворення їх в талий (немерзлий) стан;
- розробка ґрунтів у високоміцному мерзлому стані.

До першого методу відносяться способи запобігання ґрунтів від промерзання і способи запобігання відтавання мерзлих ґрунтів за рахунок теплового або хімічного впливу на них.

Для запобігання ґрунту від промерзання використовують наступні технології: снігозатримання, оранка та боронування, глибоке передзимове розпушування, утеплення теплоізоляційними матеріалами [2, 3].

Загальним недоліком способів запобігання ґрунтів від промерзання є те, що їх можна застосувати тільки на раніше запланованих об'єктах, роботи на яких належить проводити в зимовий час. За цієї причини способи запобігання ґрунтів від промерзання не знаходять широкого застосування в будівництві та не можуть бути застосовані для виконання робіт в умовах обмеженого простору, оскільки задіяна техніка за своїми габаритами і маневреністю не відповідає тим вимогам, які до неї пред'являються.

Для обмежених умов будівництва застосовують методи відтавання мерзлих ґрунтів за допомогою парових, водяних, електричних голок, а також спеціальних форсунок, але, незважаючи на різноманітність різних конструкцій і способів, використовують цей метод у виняткових випадках, коли неможливе застосування механічного розпушування ґрунту. Цей метод не знаходить широкого застосування через необхідність використання дорогих енергоносіїв, дефіцитних горючих матеріалів [3]. Через малу теплопровідність ґрунту глибина відтавання за один цикл виявляється незначною, і як наслідок цього, спосіб відтавання ґрунту є одним з найбільш енергоємних і дорогих. Енергоємність цього способу в десятки разів перевищує енергоємність механічних методів розробки мерзлих ґрунтів (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники різних способів розробки мерзлих ґрунтів

Спосіб розробки ґрунту	Енергоємність, кВт·год/м ³	Трудомісткість, чол·дн/м ³
Запобігання промерзання	1,36	0,02...0,002
Відтавання:		
парове	190	0,16
вогневе	136	0,11...0,14
електричне	81	0,7...0,28
інше	–	0,05...0,06
Ручна розробка	–	1,9
Механізований ручний інструмент	17,7	0,57...0,85
Буропідривний	1,4	0,048
Механічні способи:		
різання	5,45	0,003...0,09
вібрація	1,64	0,044...0,08
удар	0,55	0,005...0,05
відрив від масиву	0,28	0,005

Суттєвим недоліком способів відтавання ґрунту за допомогою його нагрівання є також те, що розроблений в талому стані ґрунт швидко змерзається на відкритому повітрі та його використання для зворотних засипок або іншого технологічного застосування сильно ускладнюється, а часом і виключається. Всі вищевказані фактори обмежують застосування теплових способів відтавання ґрунту в будівництві.

Більш поширеними методами підготовки мерзлого ґрунту до розробки є методи хімічного відтавання мерзлого ґрунту з використанням хімічних реагентів або попереднього засолення ґрунту.

Ефективність відтавання залежить від глибини проникнення в ґрунт хімічних реагентів, для чого виконують буріння шпурів або пошарове боронування талого ґрунту. Необхідність використання великої кількості техніки для проведення робіт, пов'язаних з виконанням операцій по підготовці майданчика, буріння шпурів або боронування ґрунту та розливу хімічного реагенту визначають високу вартість і трудомісткість робіт. Слід зазначити також, що застосування цього методу пов'язане з несприятливим впливом хімічних речовин на навколишнє природне середовище.

Зважаючи на перераховані недоліки, методи попередньої підготовки мерзлого ґрунту відтаванням є економічно не вигідними. Свідченням цього є те, що їх частка в загальному виконанні робіт становить 0,1% (табл. 2).

Як показує аналіз, на даний час найбільш ефективними і широко розповсюдженими на будівництві є механічні способи розробки ґрунтів в мерзлому стані. За різними даними цими способами виконується від 85% до 95% всього обсягу зимових земляних робіт [2–7].

Таблиця 2 – Розподіл способів розробки мерзлих ґрунтів у загальному обсязі робіт

Способи підготовки та розробки мерзлих ґрунтів	Питома вага, % (в середньому)
Клин-молотом на одноківшевих екскаваторах	42,8
Розпушувачами на тракторах	31,9
Баровими машинами	14,7
Вибухові способи	4,2
Багатоківшеві екскаваторами і траншеєкопачами	3,3
Запобігання від промерзання	1,1
Розпушувачами на одноківшевих екскаваторах	1,1
Ручними машинами	0,3
Відтавання ґрунту	0,1
Фрезерними машинами	0,1
Іншими способами	0,4

Широке використання цих способів пов'язано з високою продуктивністю виконання робіт і можливістю застосування в різних технологічних умовах.

Найбільшого поширення набули три механічних способи розробки мерзлого ґрунту (табл. 2): руйнування ґрунту клин-молотом (42,8%), розробка розпушувачами на тракторах (31,9%) та блоковий метод із застосуванням барових машин для нарізки щілин (14,7%). Цими методами виконується близько 90% всього обсягу робіт з розпушування мерзлих ґрунтів. Широке розповсюдження цих методів пов'язано з тим, що в процесі роботи машин реалізується найбільш ефективна і менш енергоємна схема руйнування мерзлого ґрунту – відрив і значне відколювання [4].

Для розробки мерзлих ґрунтів широкого застосовування набули навісні розпушувачі статичної дії (рис. 1, а–в), що встановлюються на гідравлічні трактори тягового класу 10, 15, 25 кН. Ефективне використання розпушувачів під час розробки мерзлих ґрунтів і скельних порід обумовлено значним зростанням потужності базових тракторів та постійним вдосконаленням навісних пристроїв і конструкцій робочих органів. Розробка мерзлих ґрунтів бульдозерно-розпушувальними агрегатами є ефективним способом підготовки мерзлих ґрунтів. Область його застосування – великі та середні виїмки в будь-яких ґрунтових умовах. Використання даного способу можливо тільки за достатнього розміру підготовлюваного об'єкта для забезпечення умов маневрування та роботи тракторного агрегату [5]. Крім того, як показує досвід експлуатації розпушувачів статичної дії, всі вони мають суттєві недоліки: по-перше, за низької температури ґрунту до -10°C та зі збільшенням глибини промерзання до 1 м, використання розпушувачів стає неефективним через підвищений опір ґрунту руйнуванню та необхідності його пошарового розпушування, а по-друге, значний знос ріжучих елементів робочих органів, при якому середня тривалість безперервної роботи наконечника розпушувача до повного зносу складає 4...8 год [6].

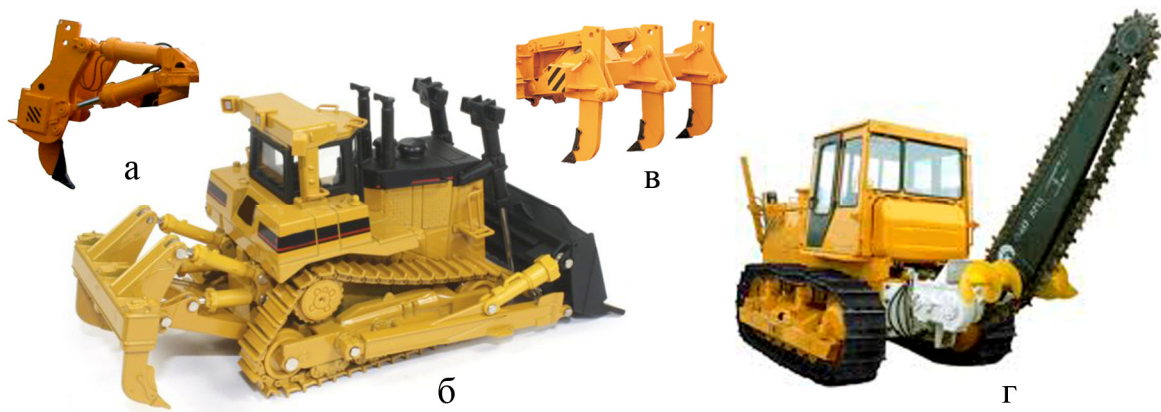


Рисунок 1 – Бульдозерно-розпушувальний агрегат з одно- (а), дво- (б) та багатозубим (в) розпушником; барова щілинонарізна машина (г)

Безударний спосіб руйнування мерзлих ґрунтів реалізується при блоковому методі (рис. 1, г). Технологією, що заснована на цьому методі, передбачається попередня нарізка щілин в ґрунті з метою підготовки його до екскавації звичайними землерийними машинами. Застосовуються щілинонарізні машини (барові або дискофрезерні), в основному, при невеликих глибинах промерзання ґрунту та за відсутності кам'янистих включень. Застосування цього методу для об'єктів в обмежених умовах будівництва, характерні особливості яких були розглянуті раніше, неможливо, внаслідок обмеженості фронту робіт, відсутності площ для маневрування та небезпеки пошкодження прилеглих комунікацій і споруд.

З позиції реалізації найбільш ефективного способу руйнування мерзлих ґрунтів переважними є машини ударної дії, робочі органи яких здатні забезпечувати високі питомі навантаження, що призводять до утворення тріщин, відділенню мерзлих брил від масиву та їх руйнування (рис. 2).



Рисунок 2 – Машина ударної дії: а – гідромолот; б – пневмомолот

Використання гідравлічних молотів на одноківшевих екскаваторах III-IV розмірних груп дозволяє успішно реалізовувати переваги ударного способу руйнування мерзлих ґрунтів на глибину до 0,7 м за один прохід.

Машини динамічної дії для руйнування мерзлих ґрунтів, завдяки короткочасності програми руйнівного навантаження, дають можливість реалізувати на робочому органі значні зусилля при відносно малих витратах потужності, що забезпечує високу ефективність розпушування. Метод ударного руйнування є досить ефективним і має низьку енергоємність роботи.

Останнім часом спостерігається тенденція до розширення ряду типорозмірів молотів як в бік зростання потужності енергії удару, так і в бік зменшення енергії удару. Зокрема, фірми Krupp і Kone випускають гідромолоти масою 20...25 кг з енергією удару 100...140 Дж, які можуть підключатися до гідросистеми екскаватора [7]. Ефективність застосування гідромолотів характеризує той факт, що вони широко випускаються багатьма закордонними фірмами, в тому числі фірмами Krupp, Gunter, Klemm (Німеччина), Raхon, Rammer (Фінляндія), Furukawa, NPK (Японія) тощо.

Поряд з гідромолотами широкого застосування для руйнування мерзлих ґрунтів, твердих порід та будівельних конструкцій знаходять пневматичні молоти. Пневмомолоти з'явилися набагато раніше гідравлічних і до сьогодні випускаються за кордоном великими серіями фірмами Demag (ФРН), Jngerall-Rand, Kent (США), Mendon (Франція), NKR, Furukawa (Японія) тощо. Вони більш надійні та ремонтпридатні порівняно з гідромолотами.

Аналогічний принцип руйнування мерзлих ґрунтів реалізується при роботі вібротолотом, але слід зауважити, що, незважаючи на значну кількість досліджень та випробувань експериментальних зразків, до теперішнього часу робота по створенню вібротолотів не вийшла з дослідної стадії. Відомі конструкції машин з вібротолотами недовговічні, термін їх експлуатації часом обмежується десятками годин [7].

Водночас, недоліком значної частини існуючих машин ударної дії є шкідлива дія ударних навантажень як на металоконструкцію самої машини, так і на прилеглі інженерні комунікації та споруди. Тому застосування таких машин неможливо при виконанні робіт в безпосередній близькості до інженерних об'єктів, які можуть зруйнувати ударні навантаження.

Останнім часом закордонні фірми для розпушування мерзлого ґрунту в умовах обмеженого простору почали випускати робочі органи шарошечного (фрезерного) типу, що закріплені на робочому обладнанні гідравлічних екскаваторів [2, 8]. Перевагою даного обладнання є безперервний процес розробки ґрунту, а також відносно невеликі навантаження, що діють на базову машину в період експлуатації.

Для розробки міцних та мерзлих ґрунтів, в тому числі при виконанні робіт в обмежених умовах будівництва, фірма Venati (Італія) виробляє шарошечні робочі органи, які закріплюються на кінці спеціальної рукояті та мають ротор з розташованими на ньому змінними зубами. Консольно встановлені на одному валу дві фрези розташовуються по обидва боки рукояті. Розробка мерзлого і скельного ґрунтів здійснюється обертовим ротором. Для забезпечення роботи ротора одночасно відбувається примусове підтискання робочого органу двома гідроциліндрами рукояті екскаватора.

Для пошарової розробки методом дрібного відколу мерзлих і скельних порід фірма Mitsui Miike (Японія) розробила робочий орган, що встановлюється на рукояті обладнання зворотної лопати замість ковша [8]. Він містить дві шарошечні головки, встановлені консольно на одному валу по обидві сторони корпусу редуктора. Привід шарошечних головок здійснюється від гідромотора, який підключений до загальної гідравлічної системи екскаватора через конічно-циліндричний редуктор. Недоліком такого типу обладнання є те, що воно здатне здійснювати тільки пошарове розпушу-

вання мерзлого ґрунту і його застосування ефективно при виконанні тільки невеликих обсягів робіт. Крім того, недоліком є складність конструктивного виконання обладнання та його висока вартість.

Одним з шляхів зниження опору впровадженню робочих органів є розміцнення мерзлого ґрунту під час взаємодії з робочим органом. Це досягається або за допомогою нагріву зубів ковша, що полегшує їх впровадження, або за рахунок впливу на ґрунт СВЧ полем від випромінювачів, що розташовані на робочому обладнанні [5]. Однак, ці методи до сьогодні не вийшли зі стадії досліджень і не знайшли практичного застосування.

Прогресивним напрямом є створення обладнання та методів розробки ґрунту на основі використання нових фізичних ефектів та їх комбінування з механічними засобами. Для активації механічного руйнування міцних та мерзлих ґрунтів отримала широке розповсюдження інтенсифікація процесів розробки ґрунтів з накладанням на робочий орган коливань з частотою звукового і ультразвукового діапазонів [2, 5]. При накладанні коливань вказаних діапазонів на робочі органи землерийних машин відбувається зниження сил тертя і зчеплення ґрунту з поверхнею інструмента, а також його розміцнення під дією знакозмінних навантажень, що створені розповсюдженням хвиль високої інтенсивності.

Іншим напрямом інтенсифікації робочих процесів є удосконалення робочих органів, що реалізують ефективну та найменш енергоємну схему механічного руйнування ґрунту відривом або відколюванням. Розпушення мерзлого ґрунту значним відколюванням виконується в тому випадку, коли сила впливу робочого органа на ґрунт спрямована у бік відкритої поверхні ґрунту. При цьому процес руйнування ґрунту реалізується, в основному, за рахунок відриву деякого об'єму ґрунту від масиву, що виключає зайве подрібнення ґрунту [2, 5, 8]. Такий процес руйнування веде до підвищення продуктивності та зменшення енерговитрат.

Наприклад, в конструкціях робочих органів статичної дії, представлених японською фірмою Kamatsu, поєднуються одночасно розпушувач статичної дії та ківш (рис. 3, а). При цьому створюється висока концентрація зусиль на одному потужному зубі ковша, який розташований в середній частині ріжучої кромки, і це дозволяє здійснювати попереднє розпушування розроблюваного ґрунту і одночасне копання. Передня частина цього зуба виступає вперед відносно двох інших. Задня частина зуба проходить усередині ковша вздовж всього днища і стикується з задньою стінкою. Застосовуються такі ковші для розробки ґрунтів III категорії міцності.

Аналогічний принцип активації зубів закладено до конструкції ковша фірми Liebherr (Німеччина) для одноківшевих екскаваторів масою 25 т.

Ківш (рис. 3, б) оснащений двома висуненими вперед потужними крайніми зубами, які є продовженням бічних стінок ковша.

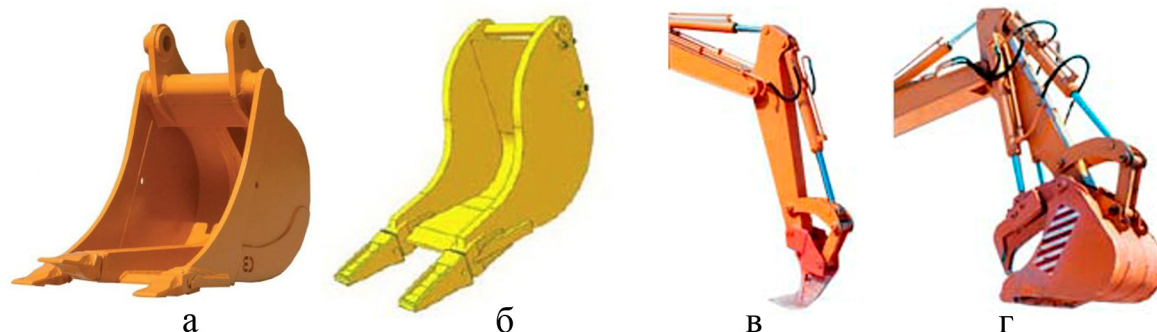


Рисунок 3 – Навісне обладнання одноківшевих екскаваторів:
а – ківш фірми Kamatsu; б – ківш фірми Liebherr; в – зуб-розпушник;
г – обладнання захватно-кліщового типу з тризубим розпушником

Для високоміцних ґрунтів застосування ковшів із зубами-розпушувачами і окремих потужних зубів-розпушувачів (рис. 3, в), що навішуються на одноківшеві екскаватори, обмежено недостатністю розвивання зусиль і нестійкістю екскаватора, що є суттєвим недоліком конструкцій, які реалізують такий спосіб створення високих питомих тисків на робочому органі.

Перспективним напрямом підвищення ефективності розробки мерзлих і міцних ґрунтів є створення машин та обладнання, що реалізують силовий вплив на ґрунт в замкнутому силовому потоці [6]. Використання таких машин дає можливість збільшити зусилля на ріжучій кромці робочого органа в більшій степені, ніж розвиває машина за рахунок своїх тягових характеристик. Крім того, це дозволяє виключити дію активних і реактивних сил, що виникають на робочому органі, на базову машину, тим самим забезпечити надійність та довговічність її роботи.

Прикладами конструкцій, що реалізують схему замкнутого силового потоку, є екскаватори з обладнанням захватно-кліщового типу з тризубим розпушником (рис. 3, г). Таким обладнанням комплектуються, зокрема, екскаватори ЭО-4122. В цій схемі співвісно з ковшем на підсиленій рукояті шарнірно закріплюється зуб-розпушник, зусилля на який передається від додаткового гідроциліндра, що встановлено на рукояті. Силовий потік в такому робочому обладнанні замкнутий в системі «ґрунт – ківш – рукоять – розпушуючий зуб», дозволяє реалізовувати зусилля до 360 кН.

Метод відриву ґрунту значним відколюванням реалізується і під час роботи клиновидного робочого органа під дією ударного навантаження гідравлічними або пневматичними молотами. Позитивними якостями машин з таким обладнанням є також те, що при впровадженні клина після кожного удару ґрунт залишається в напруженому стані і на подолання повторних деформацій ґрунту витрачається менше енергії. Це надає значних

переваг при розпушенні ґрунту, що промерз на велику глибину, і особливо при розпушенні мерзлих високоміцних ґрунтів.

Найбільш ефективні машини з ударним обладнанням безперервної дії, що руйнують мерзлий ґрунт з одночасним прикладанням статичного (тягового) зусилля виконавчого органа землерийних машин, що переміщується, та динамічних навантажень ударного механізму, наприклад, вібраційний розпушник, встановлений на рукояті одноківшевого екскаватора.

Недоліком такого виду обладнання є те, що передача енергії від інтенсифікатора до робочого органа ударом призводить до значних динамічних перевантажень, як в самому ударному механізмі, так і в навісному обладнанні розпушника, в базовій машині, причому енергоємність при динамічному руйнуванні ґрунту в 2...4 рази вище, ніж при статичному впливі [2].

Висновки. Проведений аналіз показав, що при досить великій різноманітності методів, технологій і машин для попередньої підготовки та розробки мерзлих ґрунтів, засоби механізації для виконання робіт в обмежених умовах будівництва практично відсутні. Деякі з існуючих методів і машин можуть частково використовуватися в розглянутих умовах, але вони не мають універсальності, що обмежує область їх застосування. Створення засобів механізації, що реалізують вплив на ґрунт у замкнутому силовому потоці, дозволить збільшити зусилля робочого органу на ґрунт без збільшення потужності базової машини та розширити діапазон застосування існуючого парку машин для розробки ґрунтів з високою механічною міцністю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Прикладная экология в дорожном строительстве / [С. А. Евтюков, Е. П. Медрес, Г. А. Рябинин и др.]. – Санкт-Петербург : Изд-во ДНК, 2009. – 896 с.
2. Машини для земляних робіт / [Хмара Л. А., Кравець С. В., Нічке В. В. та ін.] ; під заг. ред. Л. А. Хмари і С. В. Кравця. – Рівне-Дніпропетровськ-Харків, 2010. – 557 с.
3. Казаринов В. М. Анализ трудоемкости и эффективности различных способов разработки мерзлого грунта в строительстве / В. М. Казаринов, Ю. Ю. Каммерер // Снижение трудоемкости разработки мерзлых грунтов : Тезисы докл. – 1982. – С. 3 – 5.
4. Машини для земляних робіт / [Гаркави Н. Г., Аринченков В. И., Карпов В. В. и др.] ; под ред. Н. Г. Гаркави. – М. : Высш. шк., 1982. – 335 с.
5. Баловнев В. И. Интенсификация разработки грунтов в дорожном строительстве / В. И. Баловнев, Л. А. Хмара. – М. : Транспорт, 1993. – 383 с.
6. Вялов С. С. Реология мерзлых грунтов / С. С. Вялов. – М. : Стройиздат, 2000. – 464 с.
7. Ударно-вибрационные системы, машины и технологии : материалы 3-го междунар. науч. симпозиума; под ред. Л. С. Ушакова. – Орел : ОрелГТУ, 2006. – 543 с.
8. Кузнецова В. П. Создание эффективных рабочих органов землеройных машин для разработки мерзлых и прочных грунтов / В. П. Кузнецова, Р. А. Мартюков // Строительные и дорожные машины. – 2005. – № 4. – С. 34 – 38.

УДК 631.37

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МАРКИ СТАЛИ ДЛЯ ПАЛЬЦЕВ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА

Г.К. Ванжа, кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

А.М. Твердохлеб, ассистент кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, e-mail: twerdohlebam@mail.ru

А.Ю. Журавель, студент группы ИМмм-11-1

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Аннотация. В работе обоснован выбор и способ термической обработки углеродистых сталей пониженной прокаливаемости, обладающих после закалки токами высокой частоты более высокими показателями механических свойств, при сравнительно низкой стоимости металла.

Ключевые слова: термическая обработка, углеродистая сталь, токи высокой частоты, кривошипно-шатунный механизм, поршневой палец.

RATIONALE FOR SELECTION OF STEEL GRADES FOR PISTON PIN OF CRANK MECHANISM

G.K. Vanga, Ph.D., Associate Professor of Machinery Design Bases Department

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

A.M. Tverdohleb, Assistant of Machinery Design Bases Department

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: twerdohlebam@mail.ru

A.U. Juravel, Student of group IMmm-11-1

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. In this article justified selection operation and a method of heat treatment of carbon steel hardenability, after hardening by high frequency received high mechanical properties of steel at relatively low cost metal.

Keywords: heat treatment, carbon steel, high frequency currents, crank mechanism, piston pin.

Введение. Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) служит для преобразования поступательного движения поршня во вращательное коленчатого вала и наоборот. Механизм нашел широкое применение в двигателях внутреннего сгорания, компрессорных, поршневых насосах и т.д.

Детали КШМ делят:

- подвижные: поршень, поршневой палец, шатун, коленчатый вал, маховик;

- неподвижные: блок цилиндров, головка блока цилиндров, картер.

Соединение поршня с коленчатым валом осуществляется с помощью шатуна, который состоит из верхней и нижней головок. Поршень соединяется с шатуном при помощи запрессовываемого в него поршневого пальца, проходя через втулку головки шатуна. Нижняя головка шатуна выполнена в виде развёрнутых вкладышей, которые охватывают шейку коленчатого вала через разъемные вкладыши.

Цель работы обосновать выбор и способ термической обработки стали обладающей после закалки токами высокой частоты (ТВЧ) более высокими показателями механических свойств, при сравнительно низкой стоимости металла.

Материал и результаты исследований. Поршневой палец служит осью в шарнирном соединении поршня с шатуном и воспринимает все передающиеся между ними силовые нагрузки. В четырехтактном двигателе силовые нагрузки на поршневой палец резко изменяются как по величине, так и по направлению, а в двухтактном только по величине. В обоих случаях поршневые пальцы испытывают ударный характер приложения нагрузки в условиях ограниченной смазки. Поршневые пальцы должны иметь по возможности меньшую массу, а по конструктивным соображениям их выполняют с ограниченным сечением и малыми опорными поверхностями. Это порождает в пальцах большие напряжения, значительные удельные давления на опорных поверхностях шарнирного соединения. Поэтому их изготавливают в виде полого цилиндра с небольшой толщиной стенок одинакового сечения по оси. Поршневой палец должен быть прочным, легким и износостойким. Пальцы изготавливают из высококачественной низкоуглеродистой стали после цементации и закалки ТВЧ на твердость 55-62 HRC с последующим отпуском. В особенно напряженных двигателях применяют дорогостоящие хромистые легированные стали 18ХГТ, 12ХНЗА, 20ХГТР, 20ХНМ, 20Х2Н4А.

После химико-термической обработки материал пальца с внутренней стороны стенок сохраняет вязкие свойства, хорошо сопротивляется ударным нагрузкам, а наружный закаленный слой приобретает повышенную износостойкость. Затем тщательно шлифуют, полируют с тем, чтобы на ра-

бочей поверхности не остались следы обработки, вызывающих концентрацию опасных для прочности местных напряжений.

К отмеченным недостаткам цементируемых сталей следует отнести: высокие требования к шероховатости трущихся поверхностей, резкий переход от высокой поверхностной твердости к сердцевине; наличие незначительных микротрещин на цементированных поверхностях при определенных условиях работы, может привести к "шелушению" рабочих поверхностей пальца; процесс цементации является дорогостоящим и энергоемким, это обуславливается длительностью технологического процесса.

Известен способ закалки ТВЧ, не требующий цементации. При поверхностной закалке ТВЧ нагрев проводится при более высокой температуре, чем при обычной объемной закалке. Это обусловлено двумя причинами. Во-первых, при очень большой скорости нагрева, температуры критических точек, при которых происходит переход перлита в аустенит, повышаются. Во-вторых, нужно чтобы превращение успело завершиться за очень короткое время нагрева. Чем выше температура, тем быстрее оно происходит. Например, при печном нагреве со скоростью 2-3°/сек. температура нагрева под закалку стали составляет 840-860°C. При нагреве ТВЧ со скоростью 250°/сек. – 880-920°C, а при скорости 500°/сек. – 980-1020°C.

Несмотря на то, что нагрев при высокочастотной закалке проводится до более высокой температуры, чем при обычной, перегрева не происходит. Это объясняется тем, что время высокочастотного нагрева очень короткое, зерно в стали не успевает вырасти. С другой стороны, более высокая температура нагрева обеславливает интенсивное охлаждение при закалке ТВЧ, обеспечивает повышение твердости на 2-3 единицы по Роквеллу, повышенную прокаливаемость, снижение деформаций, а следовательно высокую прочность и износостойкость поверхности детали.

Наряду с этим действует еще один важный фактор, способствующий повышению эксплуатационной прочности деталей, закаленных с помощью ТВЧ. На поверхности появляются сжимающие напряжения благодаря образованию мартенситной структуры. Чем меньше глубина закаленного слоя, тем в большей мере проявляются действия таких напряжений.

Кроме этого закалка ТВЧ дает и другие важные преимущества: высокую производительность, отсутствие обезуглероживания и окисления поверхности детали, почти полное отсутствие окалин, возможность регулирования и контроля термической обработки, легкость регулирования толщины закаленного слоя, минимальное коробление, возможность полной автоматизации производственного процесса. Закалочные агрегаты можно устанавливать непосредственно в поточной линии механического цеха.

В большинстве случаев закалка ТВЧ позволяет заменить легированные стали более дешевыми – углеродистыми. Так при закалке шестерен с мелким зубом, глубокая прокаливаемость даже не желательна, поскольку при этом может произойти сквозная закалка, что вызывает их хрупкость. В таких случаях целесообразно применение углеродистых сталей пониженной прокаливаемости, например, сталь 55ПП. Сталь этой марки применяется после [поверхностного упрочнения](#) [1] с нагревом токами высокой частоты для изготовления деталей, к которым предъявляются требования высокой износостойкости при вязкой сердцевине, работающих при больших скоростях и средних удельных давлениях. Детали из этой стали прогретые по всему сечению, закаливаются на небольшую глубину. Поверхностный слой, имеющий высокую твердость, гарантирует большую контактную прочность и износостойкость при достаточно вязкой сердцевине. При закалке мелкозубных шестерен из такой стали, хотя зуб и прогревается насквозь, однако закаливается он всего на глубину 1-2 мм. Более того, поскольку сердцевина зуба была нагрета до температуры критических точек, а охлаждение ее происходило с умеренной скоростью, примерно как при нормализации, происходит улучшение сердцевины. Она получается более однородной и мелкозернистой, что способствует повышению прочности зуба.

На рис. 1 показана макроструктура закаленной шестерни из стали 55ПП после глубинного индукционного нагрева. Нагрев на частоте 2500 Гц, мощность 140 – 150 кВт, время нагрева 76 секунд, время охлаждения 6 секунд, темп выдачи детали 120 секунд [2].

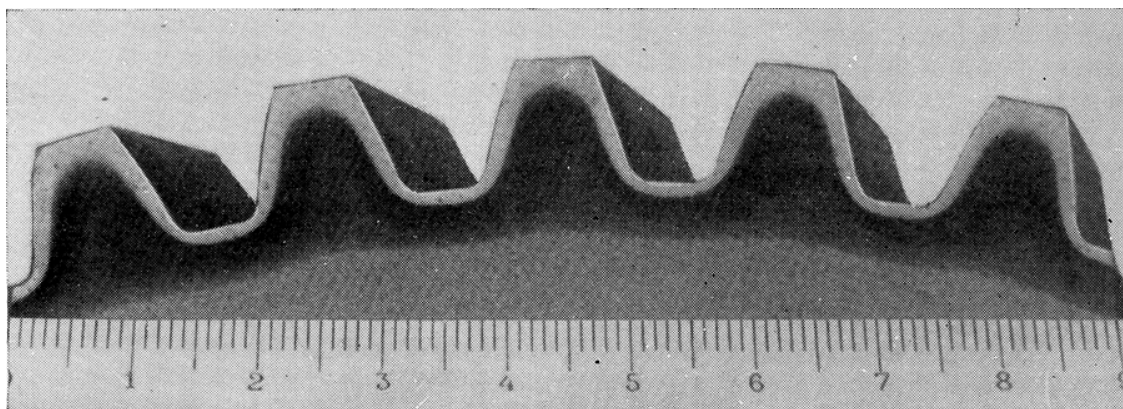


Рис. 1 Макроструктура ведомой шестерни заднего моста из стали 55 ПП после индукционной закалки

При закалке нижележащие слои, располагающиеся непосредственно под наружным закаленным слоем, принимают частичную закалку и структура их также улучшается. Тогда твердость при переходе к несколько менее твердой сердцевине снижается сравнительно плавно, что позволяет

использовать стали пониженной прокаливаемости для эксплуатации при более высоких давлениях. После проведения поверхностной высокочастотной закалки, детали подвергают низкому отпуску при температуре 160-200°C.

Такая технология обработки приемлема и для пальцев КШМ из стали 55ПП, поскольку толщина их соизмерима с толщиной среднемодульных шестерен. Сталь 55ПП – качественная конструкционная пониженной прокаливаемости, содержащая 0,55-0,63% С с минимальным количеством примесей, увеличивающих прокаливаемость (0,2 % Mn, ≤ 0,3 % Si, ≤ 0,15 % Cr и ≤ 0,25 % Cu и Ni) [3].

Режим термической обработки: закалка 860°C (скорость индукционного нагрева 30°/сек.), охлаждение водяным душем. Процесс охлаждения после нагрева должен быть интенсивным, так как критическая скорость закалки стали 55ПП равна 1000-2000°/сек., отпуск 180°C, выдержка 1,5 ч.

После закалки индукционным нагревом сталь марки 55ПП имеет более высокий предел прочности, чем цементуемая сталь 12Х2Н4А. Предел прочности при изгибе равен 260 МПа, а у стали 55ПП достигает 300 МПа. При твердости 56-58 HRC у хромоникелевой стали 12Х2Н4А, сталь 55ПП имеет 58-62 HRC. В цементованном состоянии 12Х2Н4А имеет ударную вязкость 4 - 5 Дж/см², а сталь 55ПП - 8 – 14 Дж/см² [3].

Из сравнения видно, что сталь 55ПП по всем показателям оптимальнее стали 12Х2Н4А, на этом основании рекомендовано применение стали 55ПП, как более соответствующую условиям работы взаимодействующих поверхностей, при этом технология изготовления менее энергоемкая, так как исключается операция цементации.

Выводы. Обоснован выбор стали и способ термической обработки углеродистых сталей, позволяющий выбрать в качестве материала пальца КШМ углеродистую сталь 55ПП пониженной прокаливаемости, обладающая после закалки ТВЧ более высокими показателями механических свойств при сравнительно низкой стоимости металла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статья по теме поверхностного упрочнения. [Электронный ресурс]. URL: http://materiology.info/ref/poverhnostnogo_ypro2neni9.html. (Дата обращения: 05.03.2014).
2. Головин Г.Ф. Технология термической обработки металлов с применением индукционного нагрева. – Л.: Машиностроение, 1990. – 87 с.
3. Минкевич А.Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. 2 изд., М.: Машиностроение, 1965. – 493 с.



УДК 624.191.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЗАКОНА ПОДЪЕМА ЭЛЕМЕНТА ОБДЕЛКИ МАНИПУЛЯТОРОМ ТОННЕЛЬНОГО УКЛАДЧИКА

А.А. Сирченко, аспирант кафедры горных машин и инжиниринга
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск, Украина, e-mail: kundul@rambler.ru

К.С. Заболотный, доктор технических наук, заведующий кафедрой горных машин и инжиниринга
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск, Украина, e-mail: mmf@ua.fm

Аннотация. Получены новые закономерности подъема элементов обделки манипулятором тоннельного укладчика. Определен оптимальный закон перемещения элементов обделки на заданную высоту.

Ключевые слова: манипулятор тоннельного укладчика, закон управления перемещением золотника, закон движения элемента обделки.

DETERMINATION OF OPTIMUM LAW LIFT ELEMENT LINING THE MANIPULATOR OF TUNNEL STACKER

A. Sirchenko, Postgraduate Student Department of Mining Machines and Engineering
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: kundul@rambler.ru

K. Zabolotniy, Doctor of technical Sciences, Head of Department of Mining Machines and Engineering
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: mmf@ua.fm

Abstract. Obtain new regularities of lifting lining elements using the manipulator tunnel stacker. The optimal law of displacement elements lining a predetermined height was determined.

Keywords: tunnel erector manipulator, motion control spool law, the law of motion of an element lining.

Введение. В современных условиях возрастающей технологической конкуренции большое значение имеет сокращение сроков разработки новых конструкций машин, а также повышение их качества и надежности. В связи с этим оптимальное проектирование занимает одну из основных позиций при создании современных конкурентоспособных машин, в частности тоннельных укладчиков. Укладчики – специальные механические

устройства, которые применяются для возведения сборной тоннельной обделки метрополитенов.

Главным узлом в укладчике является исполнительный орган – манипулятор, который представляет собой сложную телескопическую конструкцию, консольно вынесенную на поворотном валу и монтирующую железобетонные блоки и тубинги массой до 2 тонн при помощи гидравлического привода.

Так как низкая производительность манипулятора приводит к увеличению всех связанных технологических процессов [1], то оптимальное проектирование манипулятора укладчика является актуальной технической проблемой.

Цель работы – определения оптимального закона подъема элемента обделки манипулятором тоннельного укладчика для увеличения производительности укладчика.

Для решения заданной цели были поставлены следующие задачи:

1. Определение класса функций при подъеме элемента обделки (блока).
2. Нахождение оптимального закона перемещения блока манипулятором укладчика на заданную высоту.

Материал и результаты исследований.

Конструкция манипулятора однорычажного тоннельного укладчика состоит из двух независимых гидравлических приводов: поступательного и вращательного движения. В данной статье будем рассматривать только привод поступательного перемещения блока.

При поступательном перемещении манипулятора, блок кроме поступательного перемещения совершает незначительные колебательные движения, величина которых будет оценена в последующих работах. Поэтому в данной статье будем считать блок и поступательно перемещающиеся с ним части манипулятора одной материальной точкой массой M (рис. 1, а).

При разработке закона перемещения блока на высоту L (рис. 1, б) можно исходить из требования минимальной подъемной силы F_n – тогда время подъема T будет бесконечным, либо из минимального времени подъема – с бесконечной величиной силы. Поскольку подъемная сила изменяется во времени (а вместе с ней изменяется ускорение $\frac{d^2x}{dt^2}$, где x – вертикальное перемещение материальной точки), целесообразно в качестве минимального значения функции цели оптимизационной задачи принять время подъема T с ограничением на величину допустимого ускорения a^* .

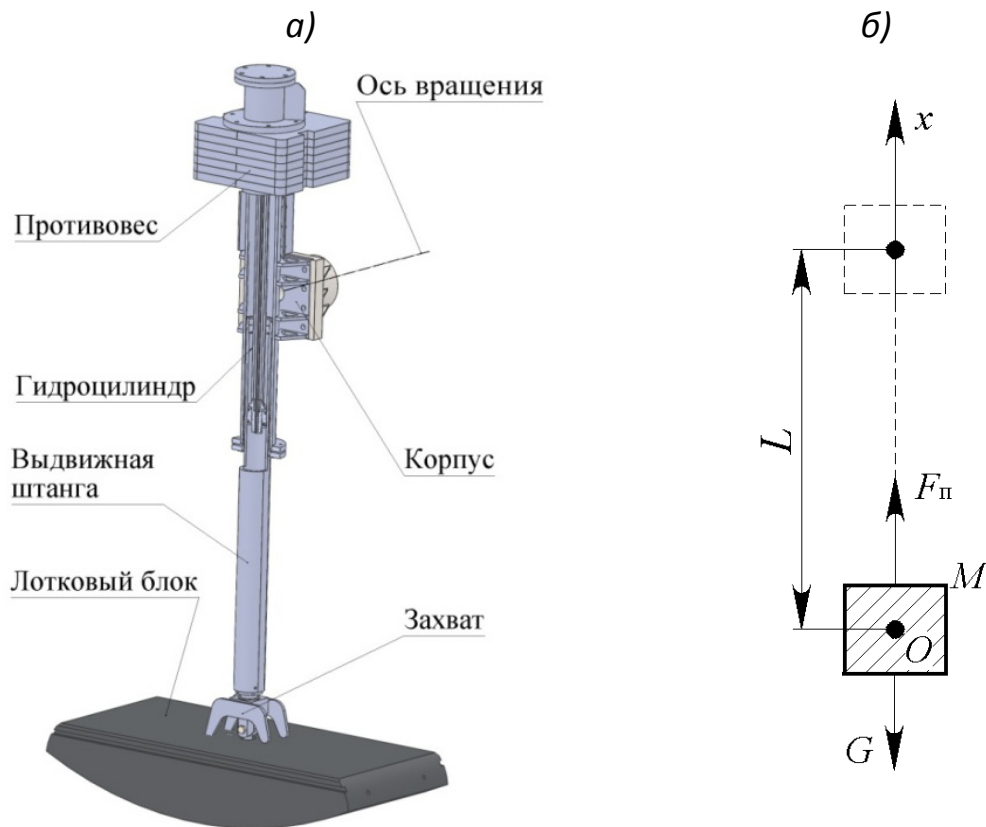


Рис. 1. Манипулятор с блоком (а) и его расчетная схема (б)

При разработке закона перемещения блока на высоту L (рис. 1, б) можно исходить из требования минимальной подъемной силы $F_{\text{п}}$ – тогда время подъема T будет бесконечным, либо из минимального времени подъема – с бесконечной величиной силы. Поскольку подъемная сила изменяется во времени (а вместе с ней изменяется ускорение $\frac{d^2x}{dt^2}$, где x – вертикальное перемещение материальной точки), целесообразно в качестве минимального значения функции цели оптимизационной задачи принять время подъема T с ограничением на величину допустимого ускорения a^* .

При поступательном перемещении материальной точки массой M на высоту L предполагается, что разгон и торможение будет осуществляться за одинаковое количество времени $\frac{T}{2}$. Поскольку минимальным значением функции цели оптимизационной задачи является минимально возможное время подъема, то необходимо для определения времени t достижения заданной точки x ввести функцию $t(x)$, являющуюся обратной для функции $x(t)$. Тогда для времени подъема T на высоту L справедливо выражение $T = t(L)$.

Предполагается, что вначале и в конце подъема отсутствует удар, т.е. скорость $\frac{dx}{dt}$ равна нулю.

С математической точки зрения вышеописанная оптимизационная задача примет следующий вид

$$\text{Найти } x^* : \|x^*\| = \min_{x \in X} \|x\|, \tag{1}$$

где $\|x\| = x^{\text{inv}}(L), x^{\text{inv}} = t(x)$ – обратная функция для $x(t), X$ – допустимое множество функций, вторая производная которых нечетна относительно $\frac{T}{2}$, удовлетворяющих условиям

$$\left| \frac{d^2x}{dt^2} \right| \leq a^*; x(0) = 0; x(T) = L; \frac{dx}{dt}(0) = \frac{dx}{dt}(T) = 0.$$

Для упрощения анализа оптимизационной задачи и сокращения количества входящих в нее величин введем безразмерные переменные

$$\xi = \frac{x}{L}, \tau = \frac{t}{T}.$$

Так как с переходом к безразмерным величинам время подъема перестает быть переменной величиной, то минимальным значением функции цели оптимизационной задачи будет минимальное ускорение за безразмерное единичное время при подъеме на единичную высоту.

Оптимизационная задача (1) принимает вид:

$$\text{Найти } \xi^* : \|\xi^*\| = \min_{\xi \in Y} \|\xi\|,$$

где $\|\xi\| = \sup \{ |\xi''(\tau)| : \tau \in [0,1] \}$, Y – допустимое множество функций удовлетворяющих условиям

$$\xi(0) = 0; \xi(1) = 1; \xi'(0) = \xi'(1) = 0. \tag{2}$$

$$\text{Здесь } \xi'(\tau) = \frac{d\xi(\tau)}{d\tau}.$$

Определим класс функций путем введения пяти элементарных функций [2] перемещения $\xi(\tau)$ с максимальной величиной ускорения A_i ($i = 1..5$), удовлетворяющих условиям (2)

$$\xi(\tau)_1 = \frac{A_1}{\pi^2}(1 - \cos \pi\tau); \xi(\tau)_2 = A_2 \begin{cases} \frac{\tau^2}{2}, & \tau < 0,5 \\ -\frac{\tau^2}{2} + \tau - \frac{1}{4}, & \tau \geq 0,5 \end{cases};$$

$$\xi(\tau)_3 = A_3 \left(\frac{\tau^2}{2} - \frac{\tau^3}{3} \right); \quad \xi(\tau)_4 = \frac{A_4}{2\pi} \left(\tau - \frac{\sin 2\pi\tau}{2\pi} \right);$$
$$\xi(\tau)_5 = \frac{A_5}{6\pi^2} \left(2\pi\tau - \sin 2\pi\tau - \frac{1}{6} \sin^3 2\pi\tau \right).$$

Тогда для безразмерных скоростей ω и ускорений α справедливы выражения

$$\omega(\tau)_1 = \frac{A_1}{\pi} \sin \pi\tau, \quad \omega(\tau)_2 = A_2 \begin{cases} \tau, & \tau < 0,5 \\ -\tau + 1, & \tau \geq 0,5' \end{cases}$$

$$\omega(\tau)_3 = A_3 (\tau - \tau^2), \quad \omega(\tau)_4 = \frac{A_4}{2\pi} (1 - \cos 2\pi\tau),$$

$$\omega(\tau)_5 = \frac{A_5}{6\pi} (2 - 3 \cos 2\pi\tau + \cos^3 2\pi\tau);$$

$$\alpha(\tau)_1 = A_1 \cos \pi\tau, \quad \alpha(\tau)_2 = A_2 \begin{cases} 1, & \tau < 0,5 \\ -1, & \tau \geq 0,5' \end{cases}$$

$$\alpha(\tau)_3 = A_3 (1 - 2\tau), \quad \alpha(\tau)_4 = A_4 \sin 2\pi\tau,$$

$$\alpha(\tau)_5 = A_5 \sin^3 2\pi\tau,$$

где максимальные значения ускорений находятся из условия $\xi(1) = 1$

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\pi^2}{2} \\ 4 \\ 6 \\ 2\pi \\ 3\pi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4,93 \\ 4 \\ 6 \\ 6,28 \\ 9,42 \end{pmatrix}.$$

На рисунках 2-4 изображены графики функций перемещений, скоростей и ускорений соответственно для пяти рассмотренных законов движения блока.

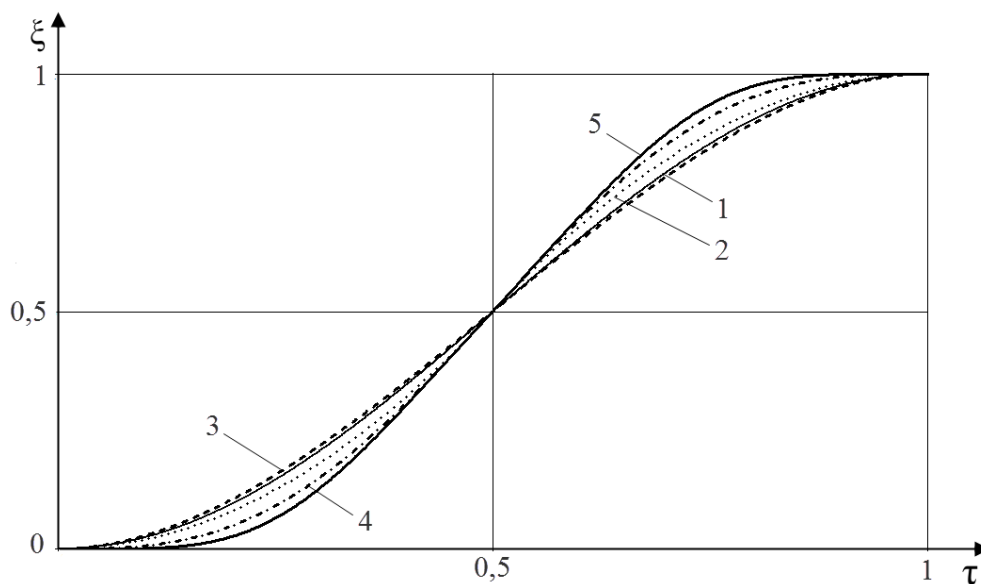


Рис. 2. Графики функций перемещений:
 1 – $\xi(\tau)_1$, 2 – $\xi(\tau)_2$, 3 – $\xi(\tau)_3$, 4 – $\xi(\tau)_4$, 5 – $\xi(\tau)_5$

Из рисунка 2 видно, что выбранные законы перемещения незначительно отличаются друг от друга.

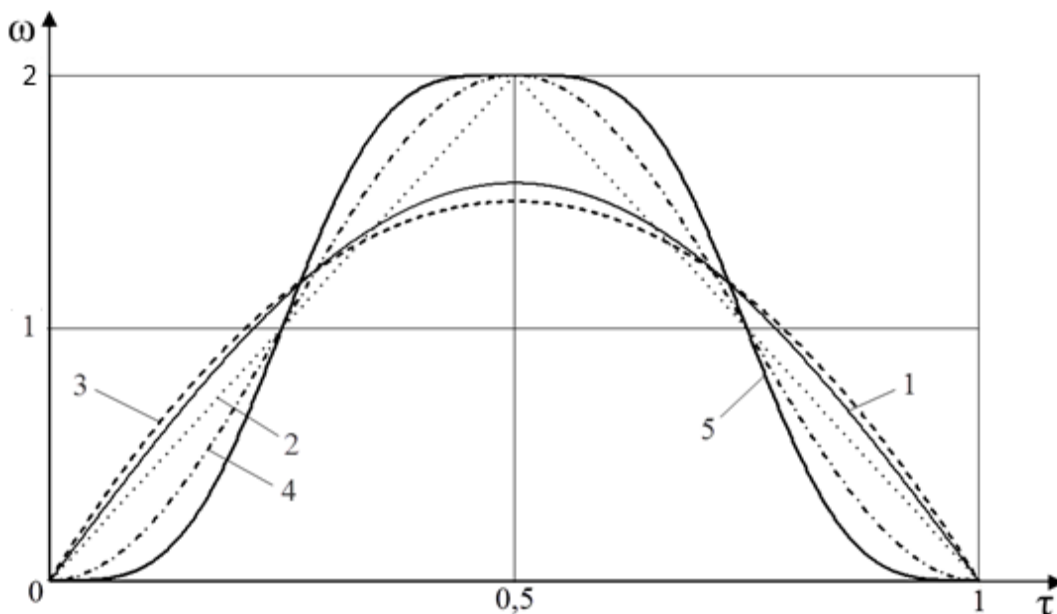


Рис. 3. Графики функций скоростей:
 1 – $\omega(\tau)_1$, 2 – $\omega(\tau)_2$, 3 – $\omega(\tau)_3$, 4 – $\omega(\tau)_4$, 5 – $\omega(\tau)_5$

Из условия достижения единичного безразмерного перемещения за единичное время следует, что площади криволинейных трапеций, образованных каждой кривой, должны быть одинаковы (рис.3).

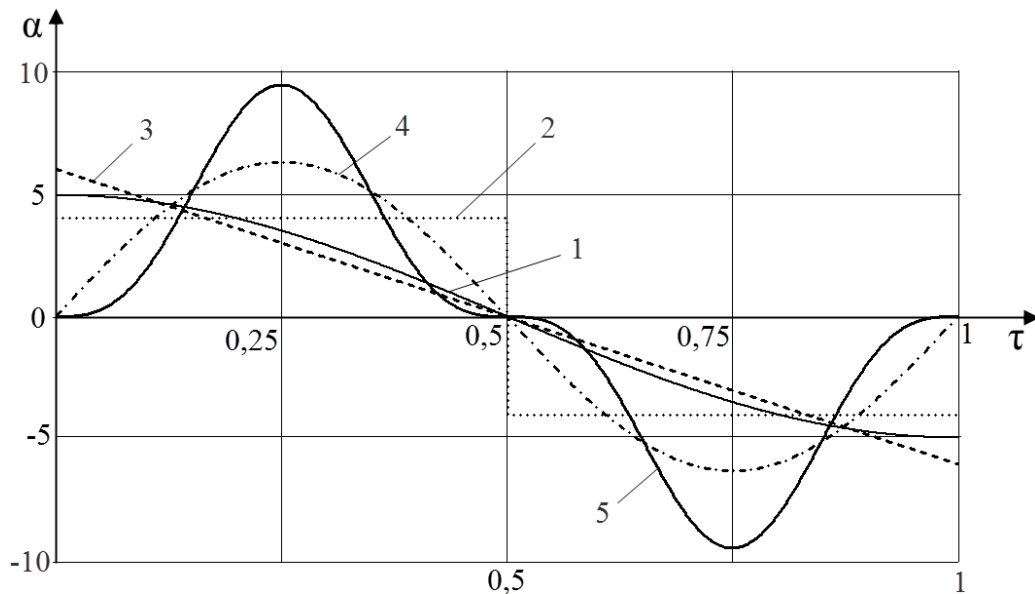


Рис. 4. Графики функций ускорений:
 $1 - \alpha(\tau)_1$, $2 - \alpha(\tau)_2$, $3 - \alpha(\tau)_3$, $4 - \alpha(\tau)_4$, $5 - \alpha(\tau)_5$

На рисунке 4 видно, что функции ускорений, нечетные относительно безразмерного времени $\tau = 0,5$ и различаются углом наклона в этой точке. Поскольку наиболее явственно различаются виды движения блока по его ускорению, условимся называть эти законы движения по виду их ускорений:

1 – косинусоидальный; 2 – П-образная функция; 3 – линейный; 4 – синусоидальный; 5 – синусоидальный кубический.

Из постановки оптимизационной задачи вытекает, что искомая функция $\omega(\tau)$ должна иметь минимальный наклон на всем периоде.

В качестве базовой функции выберем функцию скорости при П-образном движении. Назовем пробной функцией производную $\omega(\tau)$ произвольной функции $\xi(\tau)$ из допустимого множества Y . Возможны два случая. Пробная функция в нуле имеет наклон (а значит и ускорение) больше, чем базовой. Поэтому выбранная функция $\xi(\tau)$ не может являться решением оптимизационной задачи. Рассмотрим второй случай, в котором угол наклона в нуле меньше базового. В начале движения площадь криволинейной трапеции, образованной пробной функцией, меньше площади, образованной базовой функцией. Поэтому обязательно должна быть точка пересечения пробной функции с базовой, где наклон пробной должен быть больше базовой, для уравнивания площадей. Отсюда следует, что произвольная функция $\xi(\tau)$, не может быть решением, так как найдется время τ , в котором ее вторая производная $\alpha(\tau)$ будет больше, чем при П-образном движении.

Поэтому в дальнейшем можно считать П-образную функцию движения единственной, обладающей минимальным ускорением.

Перейдем к размерным переменным и приведем выражения для времени подъема T , ускорения $a(t)$, скорости $v(t)$, перемещения блока $x(t)$ и растягивающего усилия в штоке гидроцилиндра $F(t)$ для всех пяти рассмотренных законов движения ($i = 1..5$)

$$T_i = \sqrt{\frac{A_i L}{a^*}}$$

$$x_i = L \xi \left(\frac{t}{T_i} \right), \quad v_i(t) = \frac{L}{T_i} \omega_i \left(\frac{t}{T_i} \right),$$

$$a_i(t) = \frac{L}{T_i^2} \alpha_i \left(\frac{t}{T_i} \right), \quad F_i(t) = M(g + a_i(t)),$$

где g – ускорение земного притяжения, m/c^2 .

Выводы.

1. Получены выражения для времени подъема, осуществляемого по каждому из пяти рассмотренных законов движения блока.
2. Доказано, что при заданных ограничениях на величину ускорения подъем блока на высоту L быстрее всего осуществляется при П-образном законе движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серегин, Д. В. Схема нагружения рабочего органа тоннельного укладчика [Текст] / Д.В. Серегин // Научная сессия, посвященная Дню радио г. Тула: НТО РЭС им. А.С. Попова, 2008. – С. 50-53.
2. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов: [Текст]: справ. / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев; – М.: Наука, 1986. – 544 с.

УДК 656.213

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТА РАЗГРУЗОЧНОГО КОМПЛЕКСА В УГОЛЬНОМ ТЕРМИНАЛЕ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SOLIDWORKS

К.С. Заболотный, доктор технических наук, заведующий кафедрой горных машин и инжиниринга
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: mmf@ua.fm

А.А. Сирченко, аспирант кафедры горных машин и инжиниринга
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: kundul@rambler.ru

А.Н. Типикин, студент кафедры горных машин и инжиниринга
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г.
Днепропетровск, Украина, e-mail: ATipikin94@gmail.com

Аннотация. Разработана компьютерная компоновочная модель разгрузочного комплекса. Произведено моделирование движения машин и узлов, соответствующее технологическим процессам протекающим при работе комплекса.

Ключевые слова: разгрузка угля, позиционер, компоновка.

THE DEVELOPMENT OF A CONCEPT PROJECT UNLOADING COMPLEX IN A COAL TERMINAL IN THE SOFTWARE SOLIDWORKS

K. Zabolotniy, Doctor of technical Sciences, Head of Department of Mining Machines and Engineering
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: mmf@ua.fm

A. Sirchenko, Postgraduate Student, Department of Mining Machines and Engineering
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: kundul@rambler.ru

A. Tipikin, Student of the Mining Machines and Engineering Department,
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: ATipikin94@gmail.com

Abstract. A computer layout model of the unloading complex was designed. Motions of machines and units, corresponding to technological process operates when the complex works were simulated.

Keywords: coal unloading, positioner, process layout.

Введение. В настоящее время при проектировании объектов инфраструктуры технических комплексов невозможно обойтись без применения современных технологий компьютерного моделирования.

Разгрузочный комплекс (далее комплекс) предназначен для механизированной разгрузки полувагонов с насыпными и навалочными грузами и проведением вспомогательных операций по перегрузке, грузообработке, контролю качества и т.д.

При разработке концептуального проекта разгрузочного комплекса необходимо следовать таким условиям как максимальная механизация процессов, обеспечение рациональной последовательности технологических операций и, следовательно, сокращение времени их выполнения.

Так как чёткое понимания работы и рациональное расположение каждой машины влияет на эффективность и адекватную работу комплекса в целом, то разработка концептуального проекта разгрузочного комплекса в угольном терминале является актуальной технической проблемой.

Цель работы. Разработка концептуального проекта разгрузочного комплекса в угольном терминале для повышения эффективности работ при монтаже комплекса.

Идея работы – использование современных методов трёхмерного компьютерного проектирования (*CAD-технологий SolidWorks*) для моделирования компоновки объектов комплекса.

Материалы и результаты исследований. Для достижения поставленной цели была определена технологическая схема (рис.1) расположения объектов комплекса [1].

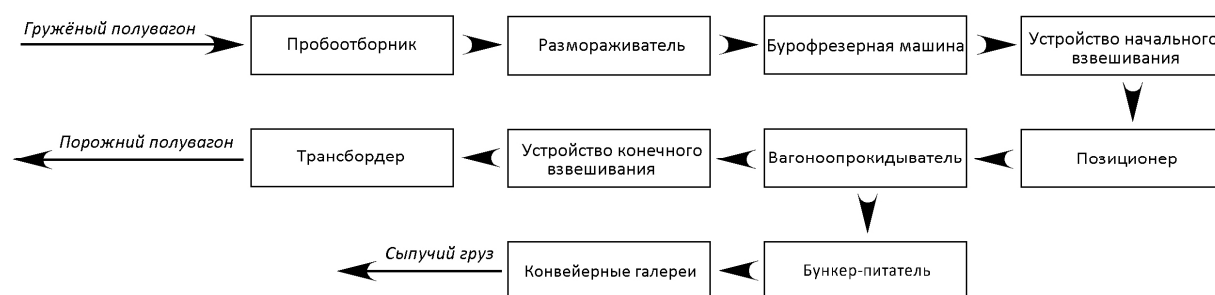


Рис.1. Технологическая схема прохождения сыпучего груза через разгрузочный комплекс

Компоновка комплекса должна соответствовать алгоритму работы вагонопрокидывателя – машины обеспечивающей непосредственно процесс разгрузки, и позиционера – машины осуществляющей перемещение полувагонов между объектами комплекса.

Предназначенный под разгрузку железнодорожный состав локомотивом подается в зону работы объектов комплекса. В качестве начального положения примем случай, в котором позиционер прицеплен к загруженному полувагону, который уже прошёл операции отбора проб, первичного взвешивания, размораживания, бурорыхления. Первым полувагон находится непосредственно перед вагонопрокидывателем. Рабочие тормоза всех полувагонов расторможены. Позиционер прицеплен к составу, тормозное устройство перед вагонопрокидывателем активировано (удерживает первый полувагон). Далее тормозное устройство перед вагонопрокидывателем растормаживается, позиционер движется с составом до момента, когда 2-й полувагон не будет находится в зоне работы тормозного устройства перед вагонопрокидывателем. Затем 2-й полувагон затормаживается перед вагонопрокидывателем и расцепляется автосцепка меж-

ду 1-м и 2-м полувагоном. Позиционер устанавливает 1-й полувагон в вагоноопрокидыватель (одновременно выталкивая из него полувагон разгруженный ранее), после чего автосцепка позиционера отцепляется и 1-й полувагон затормаживается тормозным устройством вагоноопрокидывателя. Стрела позиционера поднимается. Происходит разгрузка первого полувагона, одновременно позиционер возвращается в начальное положение. После опускания стрелы цикл завершается.

Рассмотрим по отдельности объекты входящие в комплекс.

Пробоотборник (рис.2) – это устройство отбирает пробу и осуществляет контроль качества сыпучего груза.

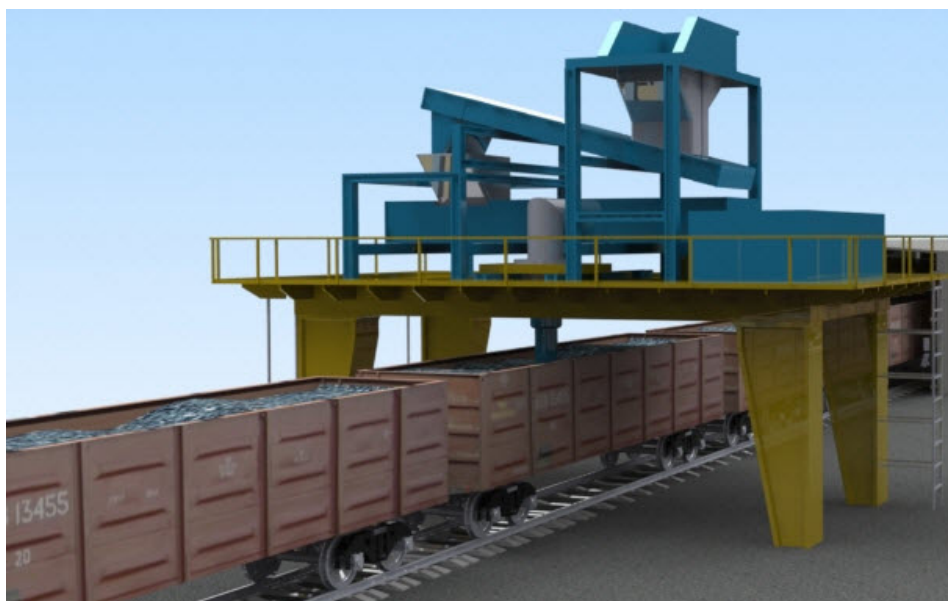


Рис.2. Компьютерная модель пробоотборника

Расположение пробоотборника в компоновочной схеме комплекса, должно обеспечивать перемещение исполнительного органа по всей поверхности груза в полувагоне при взятии пробы.

Размораживатель (рис.3, 2) – установка, разогревающая примерзший насыпной груз к металлическим стенкам полувагона, для обеспечения беспрепятственной разгрузки.

Расположение и количество размораживателей в компоновочной схеме комплекса должно обеспечивать полезную пропускную способность обусловленной технологической схемой.

Бурофрезерная машина (рис.3, 3) предназначена для разрыхления смерзшегося насыпного груза для ускорения его разгрузки. Её расположение в компоновочной схеме комплекса определяют конструкцией и принципом действия исполнительных органов требующих их точного расположения над открытой поверхностью груза в полувагоне, и обеспечивающих бурение на необходимую глубину.

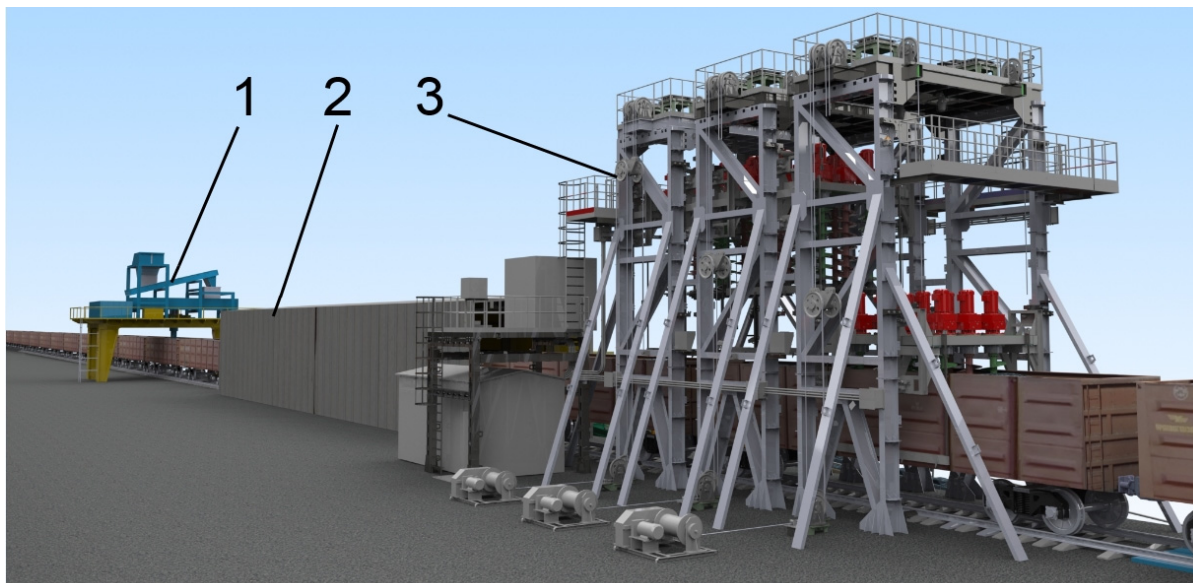


Рис.3. Скомпонованные компьютерные модели: 1 – пробоотборник; 2 – размораживатель; 3 – бурофрезерная машина.

Позиционер (рис.4) – машина, осуществляющая точную установку грузевого полувагона в вагоноопрокидывателе, одновременно подтягивая грузеный состав и выталкивая порожний полувагон при установке следующего под разгрузку.

Одной из задач компоновки позиционера (рис. 5, 1) является правильность расположения его рельс относительно рельс разгрузочного пути. Это условие является обязательным для выполнения ПТЭ и ГОСТ 3475—62, которые регламентируют относительное расположение автосцепок позиционера и полувагона.

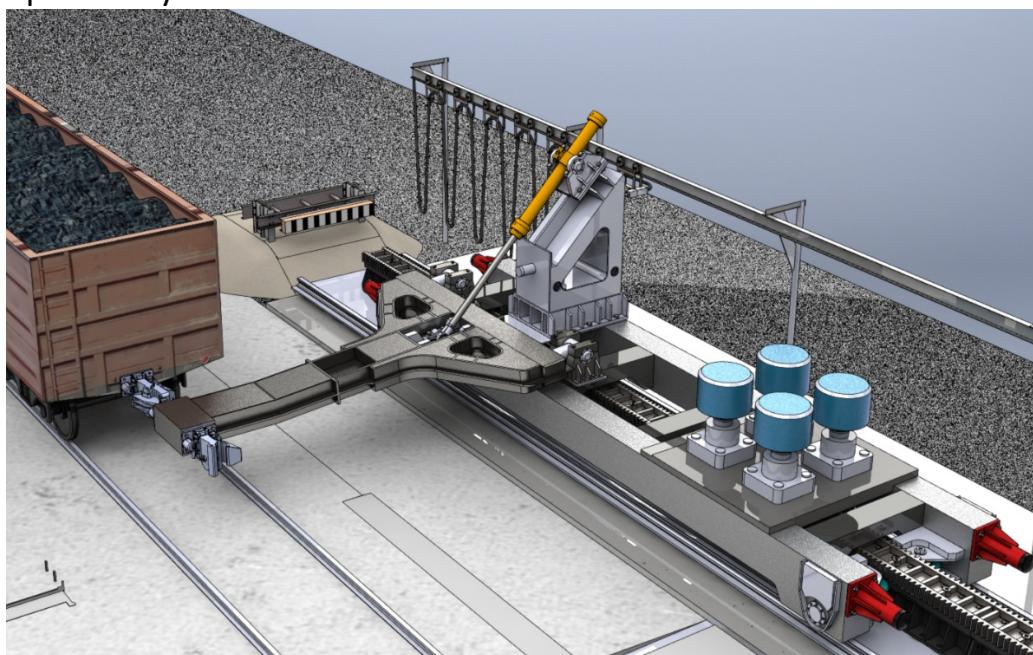


Рис.4. Компьютерная модель позиционера

Также одним из важнейших факторов является обеспечение беспрепятственного выполнения технологических операций совершаемых позиционером за один цикл работы. Путем предварительного моделирования движения позиционера и его исполнительного органа (стрела), были обеспечены все вышеперечисленные требования, за счет рационального расположения взаимосвязанных объектов, таких как вагоноопрокидыватель, трансбордер, тормозная система, здание вагоноопрокидывателя и устройств взвешивания.

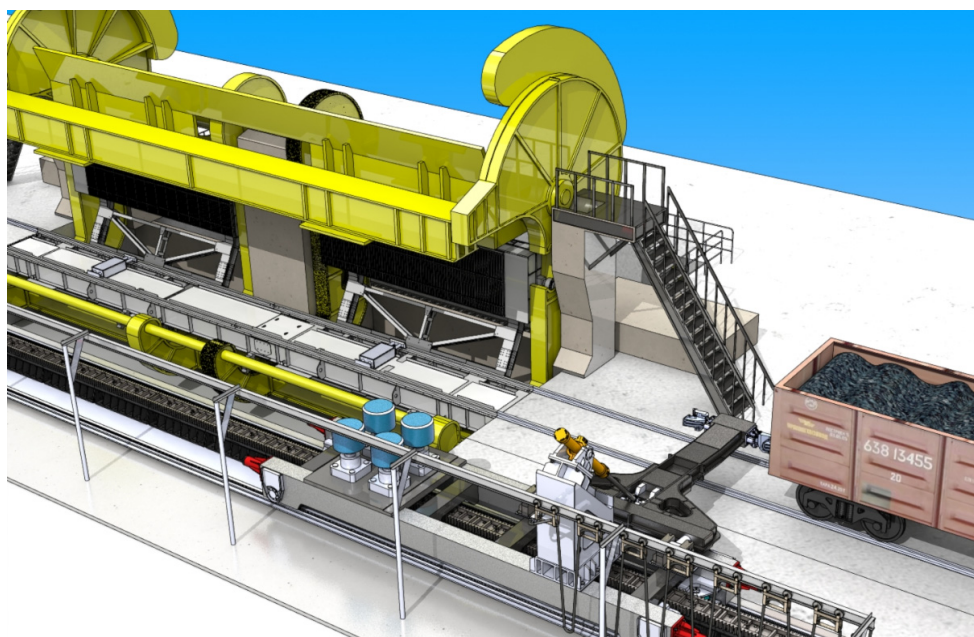


Рис.5. Моделирование процесса установки полувагона в вагоноопрокидыватель при помощи *CAD SolidWorks*

Вагоноопрокидыватель (рис.6, 2) – устройство, предназначенное для механизированной разгрузки вагонов с насыпными и навалочными грузами.

Размещения вагоноопрокидывателя корректировались с учётом необходимости точного расположения его рельс с рельсами разгрузочного пути. Моделируя процесс работы вагоноопрокидывателя проверялось отсутствие геометрических конфликтов с другими объектами комплекса (надбункерная решётка, позиционер с поднятой стрелой, здание вагоноопрокидывателя, дробильно-фрезерная машина).

Бункер-питатель (рис.6, 3) формирует поток груза, необходимый системе конвейеров, получаемый циклическим действием работы вагоноопрокидывателя.

Расположение бункера-питателя относительно вагоноопрокидывателя было выбрано так, чтобы обеспечить захват всего падающего из опрокинутого вагона груза.

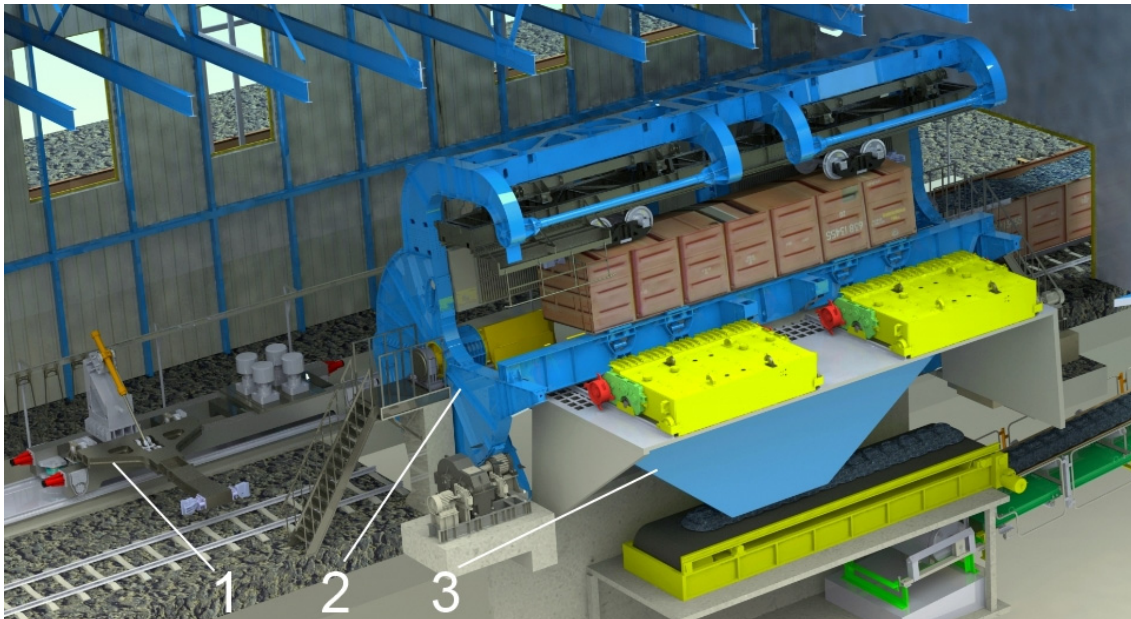


Рис.6. Скомпонованные компьютерные модели: 1- позиционера; 2- вагоноопрокидывателя; 3-бункера-питателя.

Трансбордер (рис.7) предназначен для перемещения полувагонов с разгрузочного пути на пути для отстоя порожних вагонов.

При размещении трансбордера учитывались необходимость соблюдения зазоров между рельсами разгрузочного пути и трансбордера в соответствии со строительно-техническими нормами СТНЦ-01-95.



Рис.7. Компьютерная модель трансбордера

На рис.8 показаны скомпонованные CAD-модели разгрузочного комплекса:

1 – трансбордер; 2 – устройство конечного взвешивания; 3 – позиционер; 4 – вагоноопрокидыватель; 5 – бункер-питатель; 6 – конвейер; 7 – бурофрезерная машина; 8 – бункер-перегрузчик; 9 – размораживатель; 10 – пробоотборник.

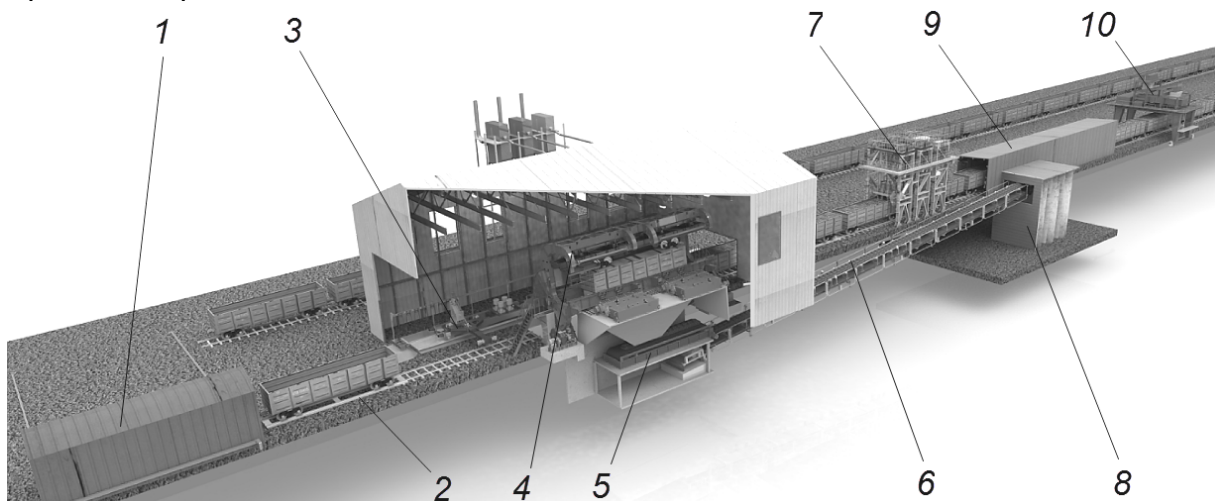


Рис.8. Скомпонованные компьютерные геометрические модели разгрузочного комплекса.

Реализация предложенной компоновки (рис.8) позволило обеспечить беспрепятственный монтаж объектов и эксплуатацию движущегося оборудования, за счет предварительно выполненной оценки, путем применения современных компьютерных технологий моделирования. При компоновке, учтены все технологические операции, совершаемые входящим в разгрузочный комплекс оборудованием, а также обеспечена необходимая производительность и эффективная пропускная способность.

Вывод. За счет использования современных методов трёхмерного компьютерного проектирования, была разработана компьютерная компоновочная геометрическая модель, позволяющая повысить эффективность работ при монтаже объектов комплекса, производительность и необходимую пропускную способность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ с навалочным грузом [Электронный ресурс] / Дальневосточный государственный университет путей сообщения. – Режим доступа:

http://edu.dvgups.ru/METDOC/GDTRAN/NTS/SPM/KMP_RR/ZAOSH/%D0%A2%D0%95%D0%9C%D0%AB/%D0%A2%D0%95%D0%9C%D0%90%206.HTM/ – 10.03.2010 г

УДК 62-231.311

РАЗРАБОТКА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА С ТЕЛОМ КАЧЕНИЯ

К.А. Зиборов, кандидат технических наук, заведующий кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина, e-mail: ziborov@nmu.org.ua

Д.О. Коваль, В.Н. Амбарцумян, студенты группы ИМмм-11

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Аннотация. В статье обосновывается замена кинематической пары поршень-шатун (низшая пара) на высшую в кинематической цепи кривошипно-шатунного механизма, что уменьшит количество избыточных связей, а это в свою очередь снизит трудоемкость изготовления звеньев и повысит надежность механизма.

Ключевые слова: кривошипно-шатунный механизм, двигатели внутреннего сгорания, поршень, цилиндр.

DEVELOPMENT OF A CRANK MECHANISM WITH A ROLLING ELEMENT

K.A. Ziborov, Ph.D., Associate Professor, Head of Machinery Design Bases Department State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: ziborov@nmu.org.ua

D.O. Koval, V.N. Ambartsumian, Students of group IMmm-11

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,

Abstract. This article explains replacement of a kinematic pair piston-rod (lower pair) by the highest one, which reduces the number of redundant links. Thus will be reduced the complexity of manufacturing and increasing mechanism reliability.

Keywords: crank mechanism, combustion engines, piston, cylinder.

Введение. В некоторых машинах (двигатель внутреннего сгорания, поршневой компрессор, поршневой насос и т.д.) используется кривошипно-шатунный механизм (КШМ) [1]. КШМ состоит из неподвижных деталей (блок цилиндров, коренные подшипники, головка блока цилиндров) и предназначен для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение кривошипа с помощью низших кинематических пар «поршень-шатун» и «шатун-вал», и наоборот. Относительно блока цилиндров совершают поступательное движение поршни, осна-

щенные поршневыми кольцами. Поршень 1 (рис.1) соединяется с шатуном 2 при помощи поршневого пальца 3, проходящего через втулку головки шатуна. Нижняя головка изготавливается разъемной и охватывает шатунную шейку коленчатого вала через разъемные вкладыши.

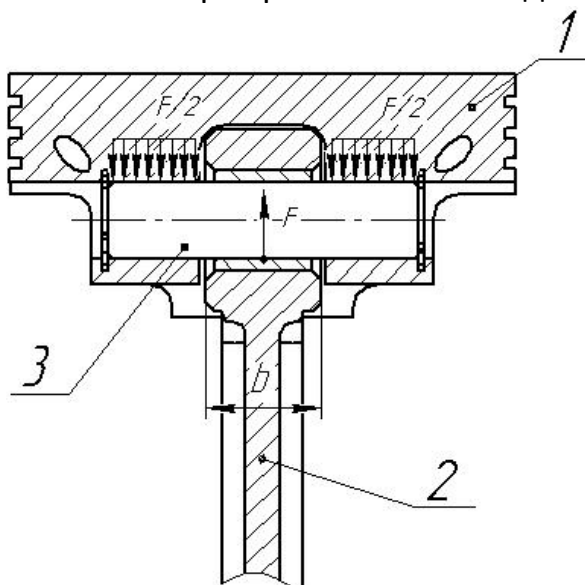


Рис.1 Схема нагружения КШМ

Этот тип соединения повышает трудоемкость сборочных операций и, соответственно, возрастают требования к точности, так как в процессе сборки машины (механизма) очень часто приходится выполнять трудоемкую ручную подгонку, плохо поддающуюся механизации. Особенно трудно выполнять сборку в том случае, если при соединении допуски звеньев, образующих кинематические пары, могут складываться. Таким образом, для достижения паспортных показателей рабочего процесса необходимо задать не только высокую точность изготовления самих деталей, их геометрию, но и кинематическую точность соединения звеньев КШМ, обеспечив параллельность трех осей (поршневого пальца, шатунной шейки, коленных подшипников коленчатого вала).

Состояние вопроса. Во время эксплуатации машины размеры звеньев могут изменяться вследствие износа и регулировки зазора кинематических пар, упругих деформаций, расширения от нагрева, ошибки при ремонте и сборке. Поэтому важно выбирать схему механизма так, чтобы требования к точности звеньев были обоснованы и, по возможности, не завышены. Этому требованию удовлетворяют статически определимые механизмы, т.е. без избыточных (пассивных) связей, звенья которых самоустанавливаются. Обычно число избыточных связей для многих механизмов равно числу размеров, требующих точного выполнения. Иногда это число значительно больше числа избыточных связей.

При этом, если механизм статически определимый, то размеры звеньев почти не влияют на передаваемые силы и поэтому допуски на размеры могут быть очень большими. Если же механизм статически неопределимый, то передаваемые силы зависят, в том числе и от деформации звеньев и тогда трение существенно возрастает, а КПД – уменьшается. Следовательно, можно сказать, что для надежной работы механизма с широкими допусками на размеры звеньев в нем не должно быть необоснованно большого числа избыточных связей.

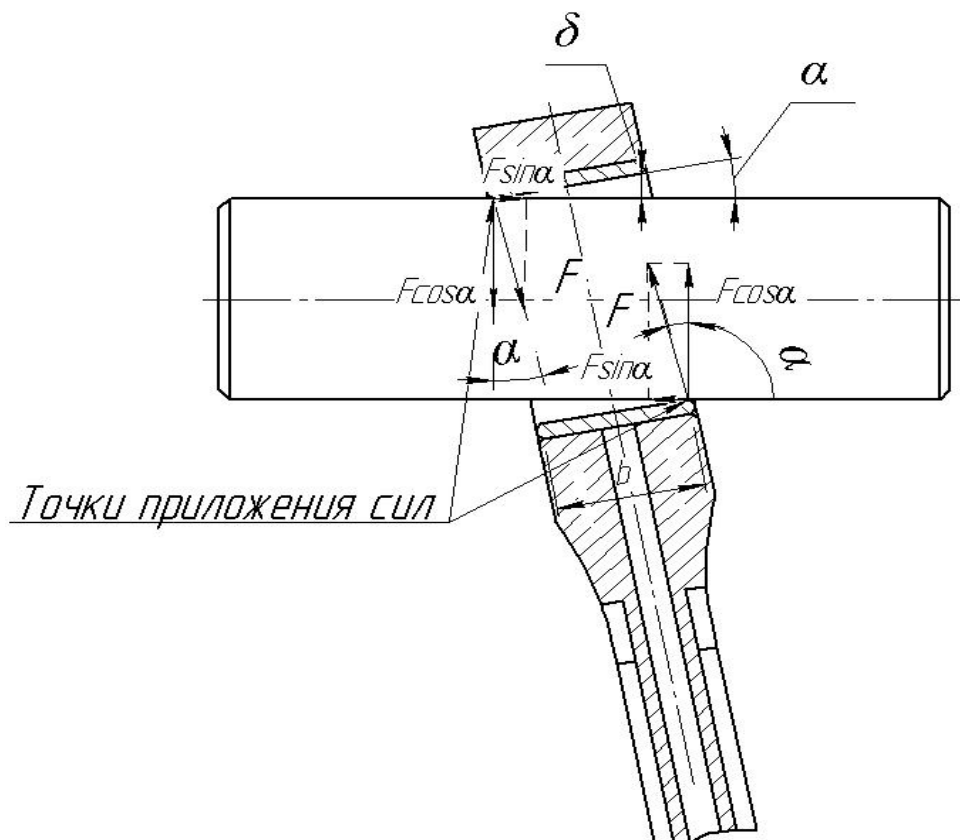


Рис.2 Расчетная схема КШМ

Наличие зазоров в системе КШМ при его работе приводит к перекосу шатуна, что обуславливает точечный контакт поршневого пальца и шатунной шейки с подшипниками скольжения (рис.2). При этом изменяется геометрия контакта поршня с цилиндром блока. В точках взаимодействия элементов кинематических пар за счет больших удельных давлений происходит нагрев контактирующихся поверхностей, их износ. Для этого на трущиеся поверхности деталей наносят специальное покрытие, уменьшающее коэффициент трения, применяются специальные смазки. Однако, в силу высокого контактного давления и температур, происходит разрыв жидкостной пленки, детали работают в полужидкостном режиме смазки. Это приводит к изменению геометрии деталей, участвующих в работе. Увеличение зазоров между трущимися поверхностями приводят к умень-

шению компрессии, мощности, повышенному расходу горюче-смазочных материалов. В результате износа поршня и гильзы цилиндрические отверстия блока цилиндров приобретают эллиптическую форму, требующие учета при их изготовлении. Это приводит к усложнению технологии их изготовления, выбора материалов, их покрытия с особыми физико-механическими свойствами.

Цель работы. Повышение надежности работы КШМ, путем замены в кинематической цепи КШМ низшей кинематической пары «поршень-шатун» на высшую, и обоснование параметров технического решения, устраняющего существующие недостатки.

Материалы исследований. Как известно [2], избыточными связями называются такие связи, устранение которых не увеличивает подвижности механизма. Проверить механизм на наличие в нем избыточных связей можно путем подсчета их по структурным формулам, в которых при определении подвижности считается известным число учитываемых избыточных связей.

Может быть общая и местная (пассивная) подвижность механизма. Местной условимся называть такую, которая не влияет на подвижность механизма в целом. Местную подвижность имеют ролики (вследствие возможного проскальзывания), блоки, шкивы, плавающие втулки и пальцы, шатуны и т.д.

Число p_i кинематических пар i -го класса накладывают $i p_i$ условий связи, а все кинематические пары $\sum_{i=1}^{i=5} i p_i$ условий связи. Однако вычитать следует не все связи, т.к. избыточные связи (их число обозначим через q) дублируют другие связи, не уменьшая подвижность механизма, а только обращая его в статически неопределимую систему. При этом для определения как внешних, так и внутренних (в кинематических парах) нагрузок в механизме уравнения равновесия звеньев необходимо дополнять уравнения деформации.

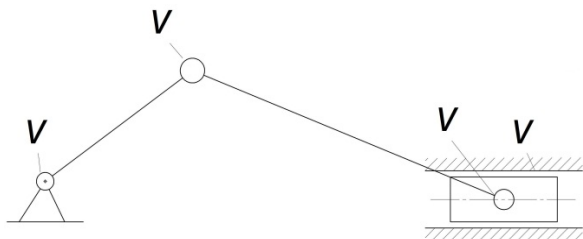


Рис.3 Схема КШМ

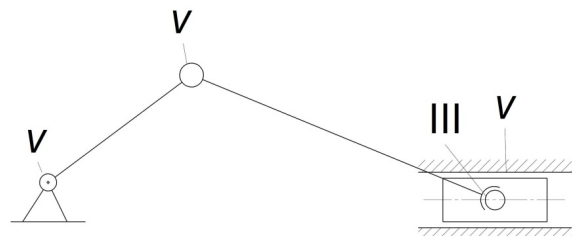


Рис.4 Схема КШМ с дополнительной местной подвижностью

Для плоской схемы КШМ (рис. 3), пользуясь известными зависимостями [2], определим количество избыточных связей:

$$W = 1, q = W - 6n + 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 = 1 - 6 \cdot 3 + 5 \cdot 4 = 3 \quad (1)$$

Эти связи вызывают дополнительные нагрузки на звенья кинематической пары «поршень-шатун» (рис. 2), увеличивают горизонтальную составляющую $F \sin \alpha$, вызывают дополнительное трение и износ сопряженных поверхностей. Рабочий зазор между поршневым пальцем и втулкой шатуна увеличивается, образуются перекосы с точечно-линейной передачей усилия в поршневом пальце при рабочем ходе, что приводит к перераспределению реактивных усилий между поршневым пальцем и втулкой шатуна.

Произведем замену низшей вращательной кинематической пары «поршень-шатун» высшей (типа шаровой пары) с дополнительной местной подвижностью (рис.4). Определим количество избыточных связей (2).

$$W = 1, q = W - 6n + 5p_5 + 4p_4 + 3p_3 = 1 - 6 \cdot 3 + 5 \cdot 3 + 3 \cdot 1 = 1 \quad (2)$$

Таким образом, уменьшив число избыточных связей, можно рекомендовать при разработке требований к точности изготовления и сборки звеньев механизма КШМ увеличить допуски на перекосы осей шатуна, пальца и коленчатого вала, сделав их экономически более обоснованными.

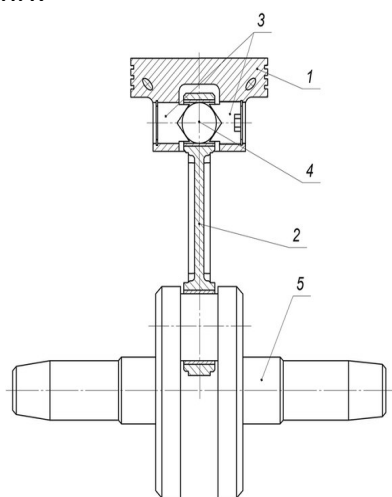


Рис.5 КШМ с дополнительной местной кинематической подвижностью

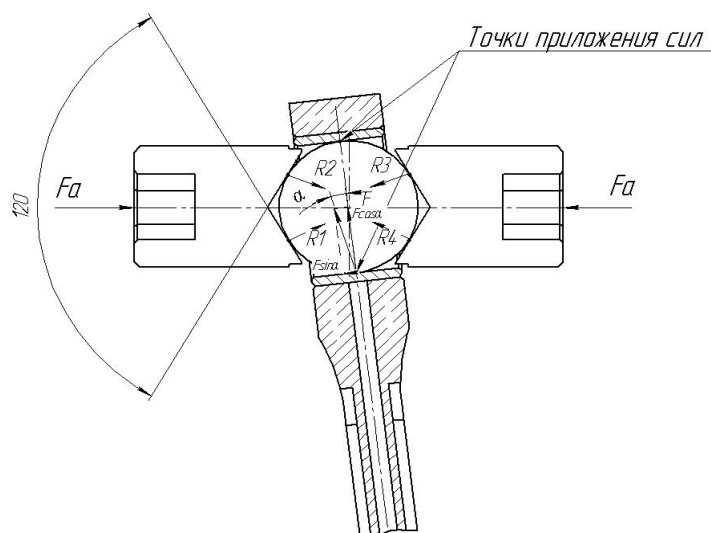


Рис.6 Положение шатуна во время перекоса относительно тела качения и опорно-конических пальцев

Предлагаемый механизм работает следующим образом (рис. 5) [3]. Во время рабочего процесса происходит передача усилий сгорающей сме-

сю, которая превращает поступательное движение поршня 1 во вращательное коленчатого вала 5 через опорные конические поверхности введённых пальцев 3, тело качения 4, шатун 2. Степень местной подвижности кинематической пары «поршень-шатун» механизма определяется величиной зазора между телом качения 4, и опорно-коническими пальцами 3 за счёт их осевого перемещения.

На рис. 2 показано положение шатуна в момент его перекоса относительно поршневого пальца на некоторый угол α . Для определения этого угла в расчётах были использованы технические характеристики шатунно-поршневой группы двигателя ЯМЗ-240Б [4]: $b = 47$ мм – ширина головки шатуна; $\delta_{ном} = 0,031...0,048$ мм – номинальный зазор между поршневым пальцем и втулкой верхней головки шатуна; $\delta_{max} = 0,06$ мм – максимально допустимый зазор при износе, при котором производится замена поршневого пальца; $F = 22506$ Н – сила, действующая на поршневой палец во время рабочего хода.

Система сил, показана на рис.2 относится к произвольной плоской системе сил. Как известно [5], условия равновесия для данной системы сил определяется системой уравнений:

$$\begin{cases} \sum F_{ix} = 0; \sum F_{iy} = 0; \\ \sum MA(F_i) = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Вектор силы F , приложенный в точке касания поверхностей втулки шатуна и пальца, раскладывается на составляющие: горизонтальную $F \sin \alpha$ и вертикальную $F \cos \alpha$. Пользуясь известными соотношениями и заданными значениями размеров втулки шатуна и номинальных зазоров [6] определим величину угла α : $\alpha = \arcsin(2b/\delta)$. При номинальном зазоре $\delta_{ном} = 0,031...0,048$ мм, угол α будет возрастать в диапазоне от 0.07° до 0.11° . При максимальном значении зазора $\delta_{max} = 0,06$ мм – $\alpha = 0,14^\circ$.

Определим диапазон возможного изменения величин составляющих для рабочей нагрузки: при $\delta_{ном} = 0,031$ мм: $F \sin \alpha = 697,3$ Н, $F \cos \alpha = 22495$ Н; при $\delta_{ном} = 0,048$ мм – $F \sin \alpha = 107,3$ Н, $F \cos \alpha = 22480$, Н. Для максимального зазора δ_{max} : $F \sin \alpha = 1349,5$ Н, $F \cos \alpha = 22465,5$ Н.

Кинематические свойства предлагаемого соединения определяются моментом затяжки опорно-конических пальцев. Для максимально допустимой горизонтальной составляющей $F \sin \alpha = 1349,5$ Н, эта величина определяется зависимостью:

$$M_{зам} = F_{зам} \cdot f_{мп} \cdot R \quad (4)$$

где $M_{зат}$ – момент затяжки, $f_{тр}$ – коэффициент трения, R – приведенный радиус.

В системе САПР Компас - 3D V14 было выполнено моделирование напряженно-деформированного состояния элементов соединения вращательной кинематической пары: поршневой палец – головка шатуна, для классической схемы (рис. 7) исполнения и предлагаемого технического решения (рис. 8).

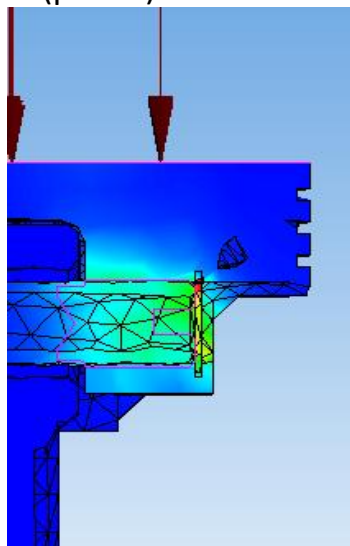


Рис. 7 Картограмма напряжений в классической схеме КШМ

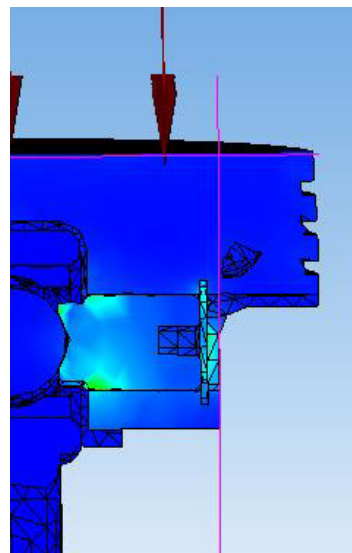


Рис. 8 Картограмма напряжений в предлагаемом техническом решении

Проведенный анализ показал, что очагом деформации в традиционной схеме соединения фрикционной пары поршневой палец – втулка верхней головки шатуна является участок взаимодействия его с поверхностью поршня, что приводит к описанным выше негативным последствиям (тепловыделение, деформация, износ). В предлагаемом техническом решении возникают дополнительные (меньше допускаемых) контактные напряжения между телом сферической формы и опорно-коническими пальцами, разгружается зона взаимодействия пальца и поршня, снижая действие неблагоприятных факторов, возникающих в результате рабочего процесса КШМ.

Вывод. Условия работы и характер нагружения звеньев КШМ зависит от точности изготовления. С увеличением зазора головки шатуна и пальца значительно снижается долговечность механизма в целом.

Вследствие замены кинематической пары поршень-шатун (низшая пара) на высшую в кинематической цепи КШМ уменьшается количество избыточных связей, что в свою очередь снижает трудоемкость изготовления звеньев, повышает надежность механизма.



За счет дополнительно введенной в соединение детали сферической формы позволяет увеличивать местную подвижность кинематической пары «поршень-шатун» КШМ, снижая действие неблагоприятных факторов, возникающих в результате рабочего процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриевский, А.В. Автомобильные бензиновые двигатели. – М.: АСТ, 2003. – 128 с.
2. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. - М.: Наука, 1990. – 592 с.
3. Кривошипно-шатунный механизм / Патент України № 104009 від 25.12.2013 бюл. №24 // Бас К.М., Ванжа Г.К., Зіборов К.А., Кривда В.А.
4. Аршинов В.Д., Зорин В.К., Созинов Г.И Ремонт двигателей ЯМЗ-240, ЯМЗ-240Н, ЯМЗ-240Б. – М.: Транспорт, 1977. – 310 с.
5. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Высшая школа, 1986. – 416 с.
6. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высшая школа, 2008. – 496 с.

УДК 621.787:669.182.33

КОМПЛЕКСНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ТЯЖЕЛОАГРУЖЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

С.А. Пахомова, кандидат технических наук, доцент кафедры Материаловедения Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана, Россия, e-mail: vladisl-2013@yandex.ru

А.С. Помельникова, доктор технических наук, профессор кафедры Материаловедения, Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана, Россия, e-mail: mgtu2013@yandex.ru

Аннотация. В работе проведено исследование режимов деформационного упрочнения поверхностей зубчатых колес из высокопрочных сталей с целью повышения их работоспособности и надежности. Исследованы закономерности изменения характеристик качества цементованного слоя, тонкой структуры его фаз и их взаимосвязь с контактной выносливостью.

Ключевые слова: высокопрочная сталь, цементация, деформационное упрочнение, дробиударная обработка, контактная выносливость.

INTEGRATED HARDENING OF THE HEAVILY LOADED GEAR SURFACES

S. Pakhomova, Ph.D., assistant Professor of Materials Department Bauman Moscow State Technical University, Russia, e-mail: vladisl-2013@yandex.ru

A. Pomelnikova, Ph.D., Professor of Materials Department
Bauman Moscow State Technical University, Russia, e-mail: mgtu2013@yandex.ru

Abstract. The deformation hardening, widely use for the increase of operability of carburized gear wheels. The plastic deformation strengthens the weak sites of the structure and complicates the microplastic deformation development in them. The efficiency of deformation hardening depends on initial structural condition of carburized layer.

Keywords: high-strength steel, carburizing, work hardening, deformation, contact endurance.

Введение. Создание горного оборудования высокой надежности и хороших условий для его безаварийной работы связано с необходимостью создания высокопрочных материалов, идущих на изготовление оборудования. Поэтому одним из путей быстреего повышения эффективности работы оборудования, повышения его надежности является разработка технологии комплексной обработки тяжело нагруженных шестерен из высокопрочных сталей.

Для повышения работоспособности зубчатые колеса из хромоникелевых сталей подвергают комплексному упрочнению, включающему химико-термическую обработку (цементацию) и поверхностное пластическое деформирование (после зубошлифования). Холодная пластическая деформация существенно изменяет строение фаз цементованного слоя, что оказывает определяющее влияние как на характеристики качества поверхностного слоя, так и на важнейшее эксплуатационное свойство зубчатых колес – контактную выносливость.

Цель работы: совершенствование технологии упрочнения высоконагруженных зубчатых колес из цементованных высокопрочных сталей путем поверхностной деформационной обработки, обеспечивающей повышение эксплуатационных свойств.

Материалы и методика исследований. В данной работе исследовали закономерности изменения при дробеструйном наклепе характеристик качества цементованного слоя, тонкой структуры его фаз и их взаимосвязь с контактной выносливостью роликовых образцов из стали 12Х2Н4А с наружным диаметром 30,2 и шириной 18 мм. Образцы проходили типичную для зубчатых колес химико-термическую обработку – цементацию в шахтной печи при $t = 930$ °С на глубину 1,0...1,2 мм, отпуск при $t = 650$ °С 40 мин, закалку в масле от $t = 780$ °С, обработку холодом при $t = -70$ °С, низкий отпуск при $t = 180$ °С 2 ч – и имели твердость поверхности HRC 61...62, в сердцевине HRC 35...39,5.

После шлифования по наружной поверхности (снимали припуск 0,15 мм) роликовые образцы подвергали упрочнению стальной дробью диаметром 0,8...1,0 мм при расходе 9 ± 1 кг/мин и давлении воздуха $0,4 \pm 0,2$ МПа. При этих постоянных параметрах обработки режим упрочнения характеризовали величиной кинетической энергии дроби, приходящейся на единицу обрабатываемой поверхности:

$E = E_{уд} \cdot \tau_{эл}$, где $E_{уд}$ – удельная кинетическая энергия, сообщаемая дробью единице поверхности в единицу времени; $\tau_{эл}$ – время упрочнения элемента цилиндрической поверхности образца, на который дробь падает под эффективными углами $90...45^\circ$. Энергию E изменяли от 20 до 160 кДж/м², $\tau_{эл}$ – от 1 до 8 мин.

Контактную выносливость определяли при испытаниях образцов по схеме качения с проскальзыванием (ГОСТ 25.501), используя двухконтактную роликовую машину Ш17 конструкции ИМАШ им. А.А.Благонравова. Удельное скольжение образцов (6 %) соответствовало рабочему удельному скольжению зубьев колес в зоне минимальной контактной выносливости. За критерий долговечности стали 12Х2Н4А принимали число циклов до появления на поверхности роликового образца выкрашивания размером не менее ширины рабочей дорожки, равной 8 мм. В качестве смазывающего вещества применяли синтетическое масло дизфирного типа, нагретое до $t = 110 \pm 5$ °С.

На роликовых образцах определяли также распределение микротвердости, тангенциальные остаточные макронапряжения, шероховатость поверхности и структуру поверхностного слоя. Остаточные напряжения оценивали по методу Н. Н. Давиденкова на вырезанных из роликов кольцевых образцах с толщиной стенки 2 мм. Полную величину остаточных напряжений в слое вычисляли как сумму напряжений, измеряемых при разрезке образца по образующей и последовательном удалении слоев при травлении, которое осуществляли на специальной установке с непрерывным измерением деформации с помощью тензометров. Шероховатость поверхности определяли на профилографе-профилометре завода «Калибр». Структуру цементованного слоя образцов стали 12Х2Н4А исследовали методами рентгеноструктурного анализа и дифракционной электронной микроскопии. Ширину интерференционных линий (220) и (211) мартенсита определяли на дифрактометре ДРОН-1 в железном K_α -излучении. Съемку рентгенограмм проводили на одном и том же участке образца до и после наклепа 5...10 раз и определяли разность $\Delta\beta = \beta_{исх} - \beta_{нак}$, где $\beta_{исх}$ и $\beta_{нак}$ – физическое уширение рентгеновской линии в исходном состоянии и после наклепа соответственно. Электронно-микроскопические исследования тонких фольг

из стали 12Х2Н4А проводили на электронном микроскопе EM6G фирмы AEI при ускоряющем напряжении 100 кВ. Заготовки для фольг изготавливали из вырезанных (на электроимпульсном станке) с поверхности роликовых образцов сегментах высотой около 0,5 мм. С выпуклой стороны заготовку сошлифовывали вручную примерно на 10 мкм, а с плоской – примерно на 410 мкм. Таким образом после электрополирования в хромово-фосфорном электролите получали фольгу, структура которой соответствовала структуре цементованного слоя на расстоянии 50 ± 10 мкм от поверхности.

Экспериментальные результаты и их обсуждение. Поверхностное пластическое деформирование заметно меняет состояние поверхностного слоя образцов стали 12Х2Н4А [1, 2]. Распределение микротвердости по толщине слоя зависит от энергии деформирования (E) и времени обдувки дробью элемента поверхности $\tau_{эл}$ (рис. 1). Степень упрочнения $\delta = (\Delta H / H_{исх} \cdot 100)$ % максимальна при $E \approx 80$ кДж/м² ($\tau_{эл} = 4$ мин). Этот режим обеспечивает также практически предельную толщину упрочненного слоя (около 230 мкм). Режимы с энергией дроби более 80 кДж/м² применять нецелесообразно, так как при этом твердость на поверхности образцов снижается; максимум твердости смещается в подповерхностный слой (см. рис. 1).

Для упрочненных дробью роликовых образцов из стали 12Х2Н4А характерны высокие значения остаточных напряжений сжатия (рис. 2). Максимальные остаточные напряжения и напряжения у поверхности образцов растут с увеличением кинетической энергии дроби, достигая наибольших значений также при $E \approx 80$ кДж/м² ($\tau_{эл} = 4$ мин).

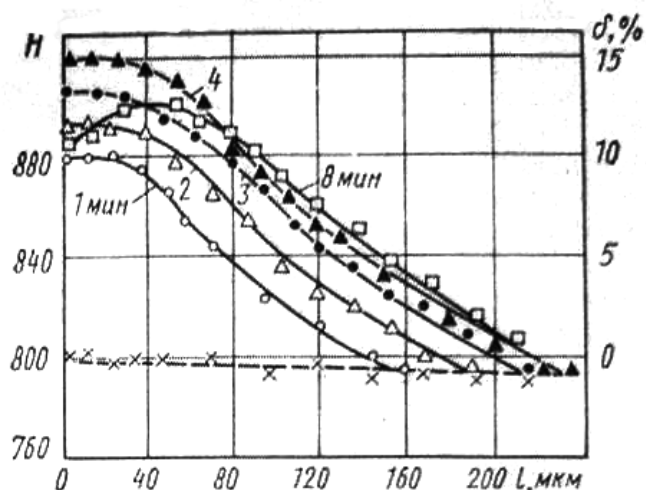


Рис. 1. Распределение микротвердости H по толщине цементованного слоя (l – расстояние от поверхности) стали 12Х2Н4А и степень его упрочнения δ при разном времени обдувки дробью (цифры у кривых).

Штриховая линия – до упрочнения

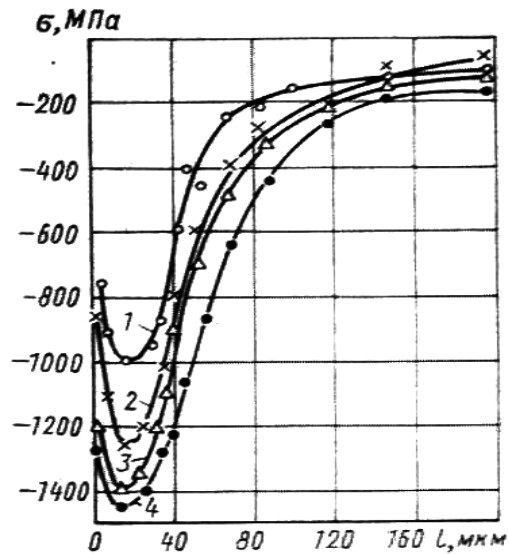


Рис. 2. Эпюры тангенциальных остаточных напряжений σ в образцах стали 12X2H4A. У кривых указано время наклепа элемента поверхности, мин (L – расстояние от поверхности)

Шероховатость поверхности образцов зависит от энергии деформирования (времени наклепа), качества дробы и исходной шероховатости. При низкой походной шероховатости, которую имели роликовые образцы ($Ra = 0,18...0,22$ мкм), и невысокой $E = 20...40$ кДж/м² ($\tau_{эл} = 1...2$ мин) наблюдается ухудшение микрогеометрии поверхности ($Ra = 0,25...0,45$ мкм). При высоких значениях $E \approx 160$ кДж/м² шероховатость поверхности несколько уменьшается ($Ra = 0,23...0,29$ мкм), но не достигает исходного значения.

Наклеп дробью оказывает неоднозначное влияние на контактную выносливость стали 12X2H4A (рис. 3, штрихпунктирная кривая). Повышение ее в 1,5 раза по сравнению с контактной выносливостью в исходном (недеформированном) состоянии наблюдается лишь при упрочнении с $E \approx 40$ кДж/м². Режим обработки с $E \approx 80$ кДж/м², в результате которой достигаются наиболее высокие твердость поверхности и остаточные напряжения сжатия, приводит к снижению долговечности стали 12X2H4A почти в 2 раза. Таким образом, выбор режимов деформирования материала по характеристикам качества поверхности может привести к отрицательному эффекту.

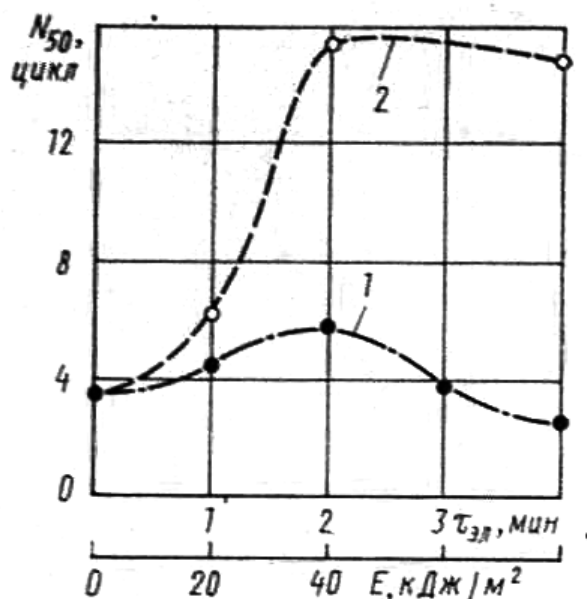


Рис. 3. Контактная выносливость N_{50} стали 12Х2Н4А в зависимости от времени упрочнения $\tau_{эл}$ и кинетической энергии дроби E :

1 – наклеп и естественное старение;

2 – наклеп, виброшлифование и отпуск при $t = 130^\circ\text{C}$ 2 ч

Отсутствие однозначной связи между контактной выносливостью, микротвердостью и остаточными напряжениями сжатия обусловлено существенными изменениями структуры фаз цементованного слоя стали при поверхностном пластическом деформировании. Решающее влияние на эти изменения оказывает взаимодействие в процессе деформации трех фаз – мартенсита отпуска, остаточного аустенита и включений избыточных карбидов [3].

В исходном состоянии мартенсит цементованного слоя стали 12Х2Н4А характеризуется неоднородностью, высокими микроискажениями кристаллической решетки, о чем свидетельствует сильное размытие рентгеновских интерференционных линий (рис. 4).

Остаточный аустенит, количество которого, по данным рентгеноструктурного анализа, составляет в стали 12Х2Н4А до деформационного упрочнения 10...17 %, диспергирован. На темнопольных изображениях он выглядит в виде прослоек различной толщины между кристаллами мартенсита. Из анализа электроннограмм следует, что между остаточным аустенитом и мартенситом существует ориентационное соотношение, близкое к соотношению Курдюмова-Закса, но строго ему не подчиняющееся.

Важная деталь структуры цементованного слоя стали 12Х2Н4А – неоднородно распределенные в мартенситной матрице глобулы избыточных карбидов. Микродифракционный анализ показывает, что они представляют собой карбиды $M_{23}C_6$ с ГЦК-решеткой и параметром $a = 1,062$ нм. По данным микроспектрального энергодисперсионного анализа, такие карбиды, формирующиеся в процессе длительного (5...6 ч) отпуска при $t = 650...680$ °С и не растворяющиеся при нагреве под закалку, содержат в среднем 5...7 % Cr; 0,9...1,6 % Ni; 0,8...1,0 % Mn; 90...92 % Fe.

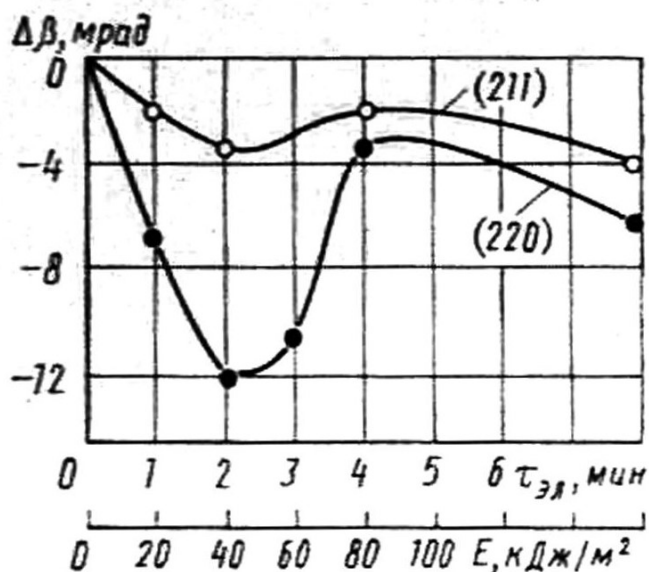


Рис. 4. Изменение физического уширения $\Delta\beta$ интерференционных линий (220) и (211) мартенсита в зависимости от времени упрочнения $\tau_{эл}$ и кинетической энергии дробы E

Результаты анализа размеров карбидных частиц, выполненного на автоматическом анализаторе изображений «Квантимет-720», приведены в таблице 1. В качестве геометрических параметров частиц карбидной фазы приняты их максимальный размер по вертикали (перпендикулярно поверхности образца), а также эквивалентный диаметр, т. е. диаметр круга, площадь которого эквивалентна площади сечения частицы.

В таблице приведено распределение частиц карбидной фазы для зон шириной 20 мкм послойно через каждые 40 мкм по всей толщине заэвтектидной части цементованного слоя. Для каждой зоны распределение карбидных частиц исследовали в размерном диапазоне 0,5...6,5 мкм с разбивкой на 6 классов. Видно, что основная часть карбидов имеет размер около 1...3 мкм.

Наличие достаточно развитой карбидной фазы оказывает неблагоприятное влияние на мартенситную матрицу в процессе ее пластической деформации. «Жесткие» недеформирующиеся включения

карбидов вызывают локализацию в мартенсите микропластической деформации и, как следствие, формирование высоких локальных микронапряжений, приводящих к более раннему зарождению трещин контактной усталости.

Таблица 1 - Морфология карбидной фазы цементованного слоя

Расстояние от поверхности до центра исследуемой зоны, мкм	Объемная доля карбидной фазы, %	Общее число частиц на площади 20×10^3 мкм ²	Число частиц размером, мкм					
			0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
		
			1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5
10	7,63	345	112	115	82	29	4	3
50	6,33	263	75	88	74	19	7	0
90	3,14	259	174	62	21	9	2	1
130	1,81	348	302	43	2	0	1	0
170	1,07	236	208	26	2	0	0	0
210	1,06	265	239	25	1	0	0	0

Значения локальных напряжений около недеформирующихся включений тем больше, чем выше общий уровень микронапряжений в матрице [1, 2], который зависит, как видно из кривых изменения ширины интерференционных линий мартенсита (см. рис. 4), от режима поверхностного упрочнения. Уменьшение ширины линии при $E \approx 40$ кДж/м² свидетельствует о снижении микроискажений (микронапряжений) кристаллической решетки, что вызвано несколькими причинами. Одна из них – развитие начальных стадий деформационного старения, связанных с переходом атомов углерода в поля напряжений образующихся при деформации дислокаций, чему способствует высокая концентрация углерода в цементованном слое и наличие двойникового мартенсита [2]; другая – релаксация локальных микронапряжений, в том числе и вблизи карбидных включений. Важную роль в этом, по-видимому, играет остаточный аустенит, количество которого при упрочнении с $E \approx 40$ кДж/м² уменьшается более чем в 2 раза.

Повышению контактной выносливости образцов стали 12Х2Н4А способствует деформирование со строго дозированной кинетической энергией дроби, при котором процессы выравнивания микронапряжений и закрепления дислокаций атомами углерода превалируют над процессами увеличения плотности структурных несовершенств и общей напряженности структуры [3, 4]. Однако формирование более стабильной дислокационной структуры происходит при небольшом упрочнении поверхности, поэтому повышение контактной выносливости стали 12Х2Н4А невелико (см. рис. 1 и 3). Наклеп с $E \approx 80$ кДж/м² создает более высокую

степень упрочнения, но вызывает структурные изменения, снижающие локальное сопротивление усталости. При этом режиме упрочнения увеличивается плотность дислокаций в мартенсите и интенсивно развивается деформация матрицы у включений (остаточного аустенита в стали практически нет). Активизируя работу источников дислокаций и блокируя их перемещение, включения карбидов являются местом интенсивного накопления структурных несовершенств, о чем свидетельствует усиление извилистости экситонных контуров мартенситных кристаллов. Следы деформации отчетливо видны и в самих карбидах в виде параллельных линий, свидетельствующих о выходе на их поверхность дислокаций и задержанном сдвиге. При наклепе с $E \approx 80$ кДж/м² отдельные карбиды разрушаются.

Микрообласти мартенсита вблизи карбидов становятся «слабыми звеньями» тонкой структуры стали 12Х2Н4А с пониженным сопротивлением зарождению усталостных трещин.

Важный резерв повышения контактной выносливости стали 12Х2Н4А – применение после наклепа дробью низкотемпературного отпуска (см. рис. 3, кривая 2). Отпуск при $t = 130$ °С 2 ч способствует повышению долговечности стали 12Х2Н4А примерно в 3 раза по сравнению с долговечностью в исходном (после шлифования) состоянии. Его положительное влияние связано с уменьшением локальных микронапряжений вблизи структурных концентраторов напряжений, а также с увеличением степени закрепления дислокаций атомами углерода. Значительное повышение долговечности в результате деформационного старения стали 12Х2Н4А в определенной степени связано с совпадением схем напряженного состояния при наклепе и в зоне контактного нагружения. Блокировка дислокаций протекает более интенсивно в системе плоскостей скольжения, близкой к направлению пластического течения металла при контактном нагружении.

Вместе с тем, закрепление дислокаций усиливает хрупкость цементованного слоя и, как следствие, повышается его чувствительность к качеству поверхности. По этой причине эффективность отпуска максимальна в том случае, если ему предшествует отдельная операция – влброслифование (или электрополирование) для уменьшения шероховатости поверхности.

Выводы. 1. Повышение контактной выносливости цементованной стали 12Х2Н4А при наклепе дробью достигается в узком диапазоне режимов упрочнения, когда не возникает локальных повреждений тонкой структуры мартенсита цементованного слоя.

2. Поверхностное пластическое деформирование рекомендуется сочетать с последующим низкотемпературным отпуском, необходимым для релаксации локальных микронапряжений, а также для дополнительного упрочнения мартенсита за счет его деформационного старения. В результате такого комбинированного упрочнения контактная выносливость стали 12Х2Н4А повышается в 3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка поверхностным пластическим деформированием: Справочник. – М.: Машиностроение, 2002. 300 с.
2. Панин В. Е., Панин А. В. Фундаментальная роль наномасштабного структурного уровня пластической деформации твердых тел // Металловедение и термическая обработка металлов. - 2006. - № 12. - С. 5-10.
3. Материаловедение: Учебное пособие для ВУЗов / Л.В.Тарасенко, С.А. Пахомова, М.В. Унчикова. - М.: Изд-во ИНФРА-М, 2012. - 475 с.
4. Пахомова С.А., Рыжов Н.М. Совершенствование технологии поверхностного упрочнения шестерен из высокопрочной стали // Тяжелое машиностроение. - 2009. - № 10. - С. 35-38.

УДК 621.753

ГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОСАДКИ С НАТЯГОМ

С.Т. Пацера, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии горного машиностроения

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: witiw@rambler.ru

И.В. Вернер, заведующий лаборатории информационных технологий проектирования, кафедра основ проектирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: Ziborov@nmu.org.ua

В.А. Дужак, студент группы ИМмм-10-1

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: girl_mechanic@mail.ru

Аннотация. В работе предложена графическая интерпретация функционирования посадки с натягом на основе введения понятия «качество посадки» в обобщенном виде. Показана принципиальная возможность определения оптимального допуска посадки.

Ключевые слова: посадка с натягом, допуск посадки, критерий качества посадки.

THE GRAPHIC MODEL OF INTERFERENCE FITS FUNCTIONING

S. Patsera, Ph.D., Associate Professor of Mining Engineering Department State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: witiw@rambler.ru

I. Verner, Head of Informational Technology Design Laboratory, Department of Machinery Design Bases State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: Ziborov@nmu.org.ua

V.V. Duzhak, Student of group IMmm-10-1 State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: giri_mechanic@mail.ru

Abstract. Graphical interpretation of interference fit functioning is proposed on the basis of introducing the concept of “fit quality” in generalized view. The fundamental possibility of determining the optimal fit tolerance is showed.

Keywords: fitted tightly, admission boarding criterion of quality planting.

Введение. При анализе соединений с натягом необходимо различать расчетные натяги от стандартных.

Расчетные натяги, называемые функциональными, – это предельные натяги – N_{maxf} и N_{minf} , обеспечивающие работоспособность соединения [1]. Функциональный натяг N_{minf} рассчитывается, исходя из условий передачи максимальных нагрузок и ограничений по прочности деталей [1,2].

Посадки с гарантированным стандартным натягом обеспечивают взаимную неподвижность деталей соединения при действии эксплуатационных нагрузок. Допуск посадки $T(N)$ обуславливает точность, а следовательно и стоимость изготовления соединения и определяется по формуле

$$T(N) = T_D + T_d = N_{max} - N_{min}. \quad (1)$$

Цель работы. Разработка функциональной графической модели посадки с натягом, позволяющей провести анализ оптимальности выбранной стандартной посадки.

Материал и результаты исследований.

При выборе стандартных посадок с натягом необходимо выполнить требования

$$N_{min} \geq N_{minf}, \quad N_{max} \leq N_{maxf}. \quad (2)$$

Этим требованиям обычно отвечает несколько вариантов посадок, из числа которых необходимо выбрать один наилучший вариант. Для этого необходимо ввести дополнительные условия, рассмотренные ниже.

Введем понятие «критерий качества посадки», который обозначим Q . Выбор конкретного критерия Q должен определяться в зависимости от назначения и условий функционирования сопряжения с натягом. В первом приближении будем оперировать этим критерием в общем виде, предполагая, что он может принимать значения от 0 до 1.

В качестве примера на рис.1 рассмотрено отображение результатов расчета посадки с натягом в виде возможной реализации графика функции $Q(N)$ (при номинальном диаметре сопряжения 85 мм). Следует отметить, что действительный натяг N является непрерывной случайной величиной, реализующейся в процессе обработки и сборки деталей. В то же время, расчетные функциональные натяги, ограничивающие зону работоспособности соединения, принимаются как неслучайные величины, определенные расчетным путем.



Рисунок 1 – Зависимость $Q(N)$ в общем виде

На рис.1 имеется три зоны, которые обозначены I, II, III:

I – зона при $N < N_{minf}$, где соединение не обеспечивает передачи максимальных нагрузок;

II – зона при $N_{minf} \leq N \leq N_{maxf}$, где соединение обеспечивает передачу максимальных нагрузок и прочность деталей;

III – зона при $N > N_{maxf}$, где соединение не обеспечивает прочность деталей.

На рис.2 к указанным трем зонам добавлена зона IV выбранной стандартной посадки $\varnothing 85H7/u7$:

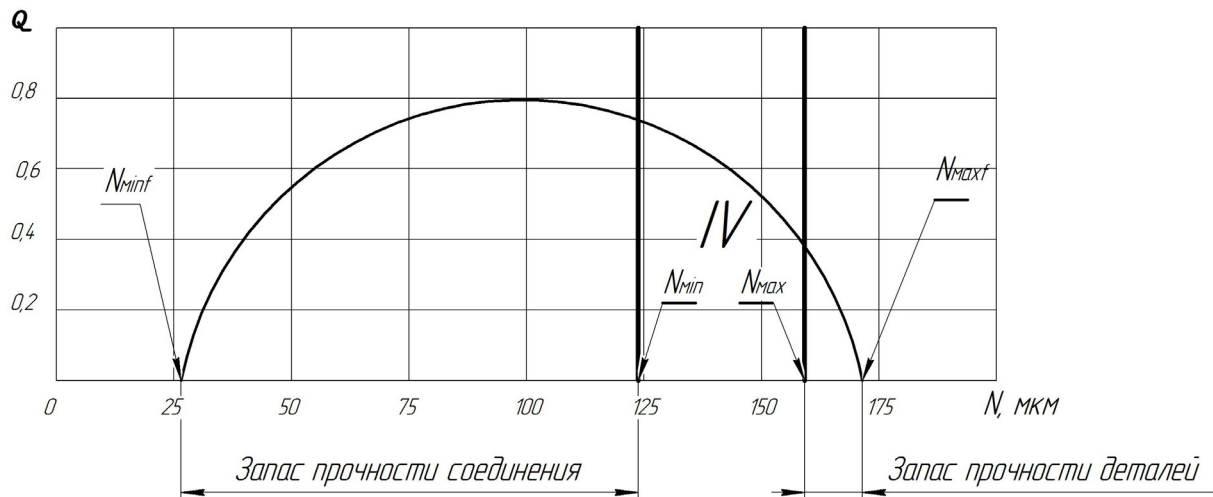


Рисунок 2 – Графическая модель функционирования посадки с натягом $\text{Ø}85\text{H}7/\text{u}7$

Из рассмотрения рис.2 видно, что выбранная посадка $\text{Ø}85\text{H}7/\text{u}7$ удовлетворяет условию 2. Но при этом запас прочности деталей значительно меньше запаса прочности соединения.

Если задано требуемое соотношение весомости запасов, то можно ставить вопрос подбора оптимальной посадки.

Дополнительным условием для выбора оптимальной посадки может быть попадание максимума критерия Q в диапазон значений N , находящийся между N_{min} и N_{max} . Этому условию удовлетворяет посадка $\text{Ø}85\text{H}7/\text{t}6$, графическая модель функционирования которой показана на рис.3.

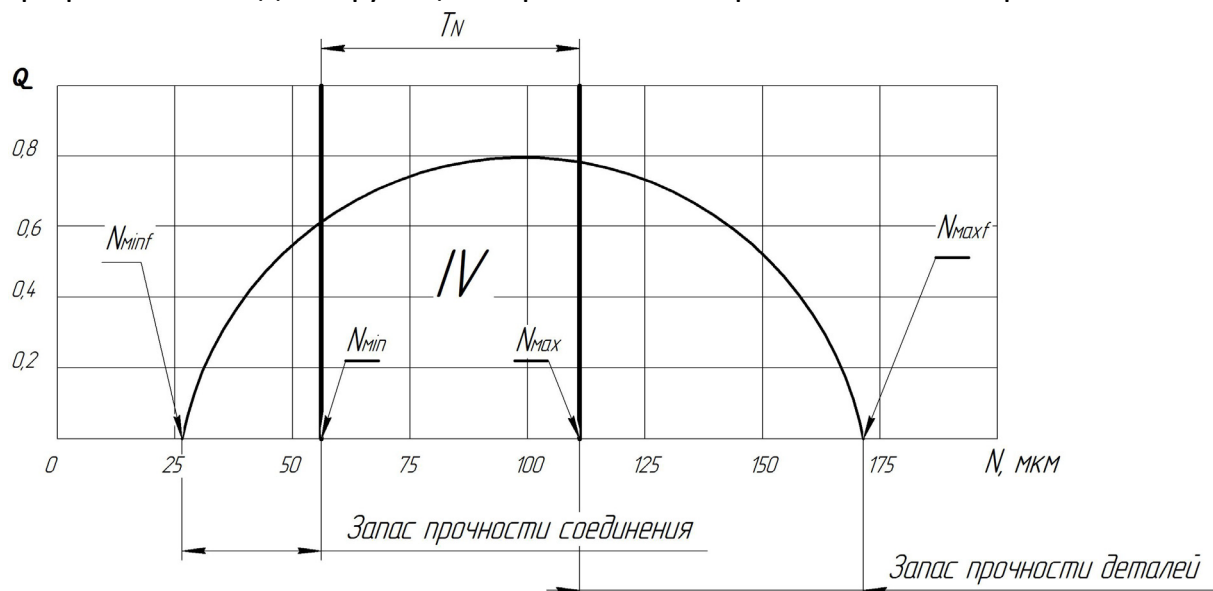


Рисунок 3 – Графическая модель функционирования посадки с натягом $\text{Ø}85\text{H}7/\text{u}7$

Вывод. Впервые предложена графическая интерпретация функционирования посадки с натягом на основе введения понятия «критерий качество посадки» в обобщенном виде. Показана принципиальная возможность определения оптимального допуска посадки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колчков В.И. Метрология, стандартизация и сертификация [Учебное пособие] / В.И. Колчков – М.: Форум, 2011. – 99 с.
2. Допуски и посадки [Справочник. В 2-х ч.]: 6-е изд., перераб. и доп. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – Л.: Машиностроение, 1982. – Ч. 1. – 543 с.

УДК 622.673.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БАРАБАНА ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

М.А. Рутковский, кандидат технических наук, ассистент кафедры горных машин и инженеринга

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: gem99@mail.ru

Аннотация. В работе проведено теоретическое исследование влияния геометрических и жесткостных характеристик барабана шахтной подъемной машины на расчетные нагрузки и напряженно-деформированное состояние, с учетом ослабления натяжения навитых витков каната.

Ключевые слова: шахтная подъемная машина, барабан, расчетные нагрузки, напряжения.

SIMULATION OF STRESS-STRAIN STATE DRUM MINE WINDERS

M.A. Rutkovsky, Candidate of technical Sciences, Assistant of Mining Machinery and Engineering Department

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: gem99@mail.ru

Abstract. Conducted theoretical research of the influence of geometric and stiffness characteristics of the hoisting machine drum on design loads and stress-strain state, taking into account the release of tension rope.

Keywords: mine winder, drum, calculated load, stresses.

Введение. В современном рынке шахтных подъемных машин (ШПМ) существуют две тенденции проектирования канатных барабанов. Зарубежные фирмы производители изготавливают барабаны с толстыми обечайками толщиной до 160 мм и без подкреплений. Отечественные заводы производители изготавливают барабаны с тонкой обечайкой толщиной до 55 мм с различными видами подкреплений. За счет того, что толщина обечайки барабанов отечественных производителей значительно меньше, чем у западных аналогов, первые имеют значительное конкурентное преимущество - их масса меньше приблизительно в 2-2,5 раза, чем у западных аналогов. Но с другой стороны большое количество подкреплений в барабане ШПМ ухудшает ее эксплуатационные характеристики. Поэтому корректная установка подкреплений в барабане ШПМ представляет собой актуальную техническую задачу, с которой постоянно сталкиваются на этапе проектирования.

Сложность расчета барабанов ШПМ заключается в необходимости учета влияния геометрических и жесткостных характеристик конструкции на расчетные нагрузки и напряженно-деформированное состояние (НДС) барабана. Существующий на сегодняшний день метод расчета конструкций барабанов ШПМ [1] при помощи метода конечных элементов (МКЭ) отличается большой трудоемкостью и необходимостью при незначительном изменении расчетной модели повторно проводить серию численных экспериментов.

Цель работы. Определение влияния геометрических и жесткостных характеристик подкрепленной конструкции барабана и изменения его напряженно-деформированного состояния под действием навитых витков.

Материал и результаты исследований. Для решения поставленной был разработан метод определения канатных нагрузок [2], заключающийся в том, что процесс намотки каната моделируются последовательным надеванием - снятием на барабан предварительно растянутых гладких упругих колец с жесткостью, эквивалентной продольной жесткости каната, а цилиндрический барабан представляется в виде подкрепленной осесимметричной конструктивно-ортотропной оболочки, параметры которой определяются на основе полуэмпирического подхода. Расчетный случай для определения напряженно-деформированного состояния барабана выбирается из вариантов нагружения, соответствующих различным положениям подъемных сосудов в стволе.

В качестве примера применения метода определения канатных нагрузок рассмотрим процесс намотки каната на заклиненную часть ШПМ ЦР – 6х3,4/0,6 (рис.1), как наиболее общий случай, в котором присутствует одновременная смотка и намотка канатов на барабан.

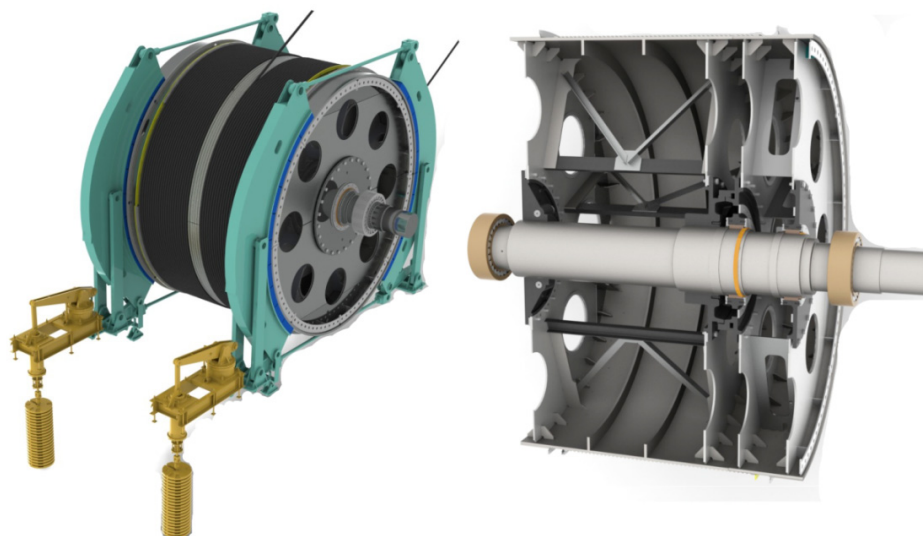


Рис. 1 Барабан ШПМ ЦР – 6х3,4/0,6

Диаграмма распределения усилий взаимодействия между витками каната и барабаном приведена на рисунке 2. При построении диаграммы использовалась математическая модель намотки каната приведенная в работе [3]. представлено распределение усилий взаимодействия P как функция двух переменных: k – номер канавки, на которую наматывается виток и j – номер канавки, в которой определяется давление.

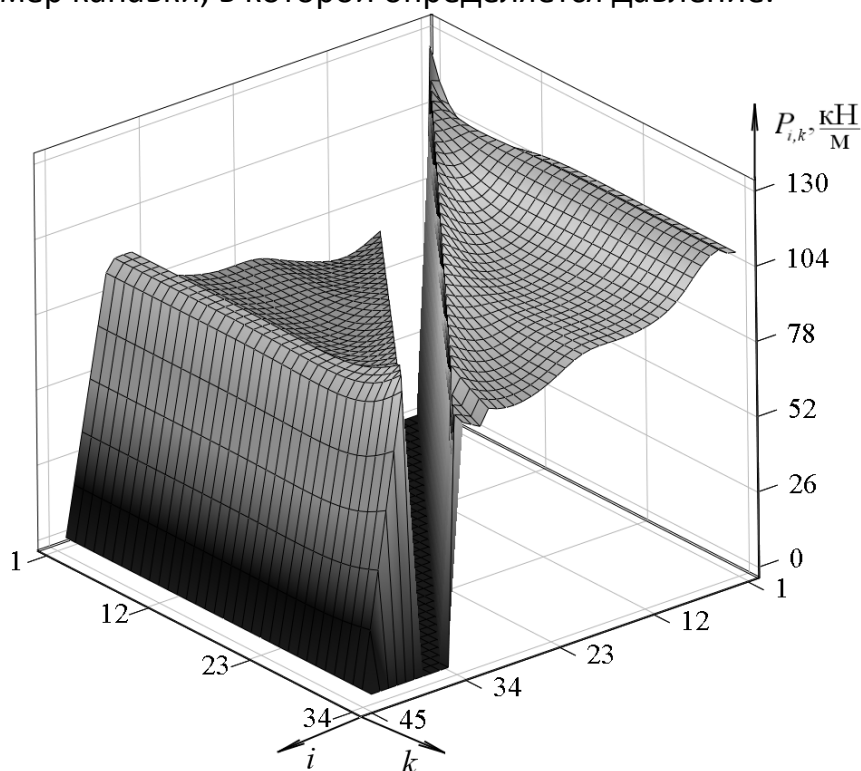


Рис. 2 Зависимость усилия взаимодействия P от параметров i и k

Как видно из рис. 2, канатная нагрузка в области с 4-6 витки (зона лобовины) максимальна. Это связано с повышенной радиальной жесткостью

лобовины и величиной натяжения в верхнем сечении головного каната. Характер изменения радиального давления от номера навиваемого k -го витка в промежуточных положениях скипа в стволе, соответствует характеру кривых 4 и 5 на рисунке 4. Определение радиального давления для всего диапазона изменения номера навиваемого k -го витка необходимо для определения наиболее опасного расчетного случая, при котором в обечайке барабана возникают максимальные напряжения. Например, при анализе влияния шпангоута на работу конструкции необходимо найти такой вариант нагружения, при котором нагрузки на шпангоут будут максимальны.

Найдем зависимость максимальных осредненных напряжений в конструктивно-ортотропной оболочке от номера i -го навиваемого витка. Выражения для прогиба и кривизны k -го участка составной конструктивно-ортотропной оболочки имеют вид:

$$w_k(x) = e^{\beta_k \cdot x} \cdot (C_{4k-3} \cdot \sin(\beta_k \cdot x) + C_{4k-2} \cdot \cos(\beta_k \cdot x)) + e^{-\beta_k \cdot x} (C_{4k-1} \cdot \sin(\beta_k \cdot x) + C_{4k} \cdot \cos(\beta_k \cdot x)), \quad (1)$$

$$\kappa_k(x) = -2 \cdot \beta_k^2 \cdot \left[\begin{aligned} & (C_{4k-1} \cdot e^{-\beta_k \cdot x_k} + C_{4k-3} \cdot e^{\beta_k \cdot x_k}) \cdot \cos(\beta_k \cdot x_k) + \\ & + (C_{4k-2} \cdot e^{\beta_k \cdot x_k} + C_{4k} \cdot e^{-\beta_k \cdot x_k}) \cdot \sin(\beta_k \cdot x_k) \end{aligned} \right], \quad (2)$$

где $\beta_k = \sqrt[4]{\frac{B_k}{4 \cdot R^2 \cdot D_k}}$ – коэффициент затуханий перемещений;

R – радиус срединной поверхности оболочки;

x_k – длина k -го участка оболочки.

Исходя из того, что между двумя канавками профилированной обечайки размещены два участка составной конструктивно-ортотропной оболочки, существует связь между номером i -ой канавки и номером k -го участка, на левом конце которого расположена эта канавка, $k = 2i - 1$.

Значения осевых напряжений в верхних и нижних слоях конструктивно-ортотропной оболочки определим из выражений

$$\sigma_{x\theta_i} = -\frac{E_{1k} \kappa_i h}{2(1-\mu^2)}; \quad \sigma_{x\eta_i} = \frac{E_{2k} \kappa_i h}{2(1-\mu^2)}; \quad (3)$$

для соответствующих окружных напряжений:

$$\sigma_{\varphi\theta_i} = -\frac{E_{2k} w_i}{R} - \frac{E_{1k} \mu \kappa_i h}{2(1-\mu^2)}; \quad \sigma_{\varphi\theta_i} = \frac{E_{2k} w_i}{R} + \frac{E_{1k} \mu \kappa_i h}{2(1-\mu^2)}. \quad (4)$$

Интенсивность напряжений по критерию Мизеса:

- в верхних слоях конструктивно-ортотропной оболочки:

$$\sigma_{\theta_i} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_{x\theta_i} - \sigma_{\varphi\theta_i})^2 + \sigma_{\varphi\theta_i}^2 + \sigma_{x\theta_i}^2}; \quad (5)$$

- в нижних слоях

$$\sigma_{\theta_i} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_{x\theta_i} - \sigma_{\varphi\theta_i})^2 + \sigma_{\varphi\theta_i}^2 + \sigma_{x\theta_i}^2}, \quad (6)$$

Ниже (рис. 3) приведены результаты математической модели для определения напряжений в верхнем σ_{θ} и нижнем σ_{θ} слоях конструктивно-ортотропной оболочки от номера навиваемого i -го витка и номера j -й канавки.

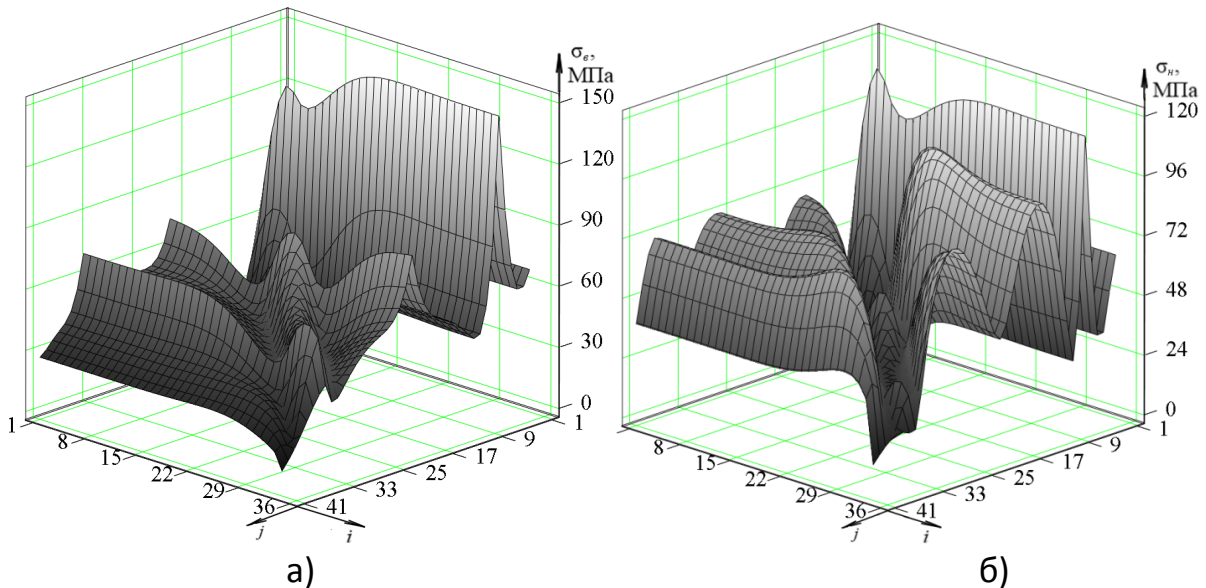


Рис. 3. Зависимость напряжений σ от номера навиваемого i -го витка и номера j -й канавки

Как видно из результатов на рисунке 3, максимальные напряжения в верхнем (рис. 3, а) и нижнем (рис. 3, б) слоях конструктивно-ортотропной оболочки максимальны в зоне лобовины. Исходя из графиков наиболее опасными расчетными случаями являются положения головного каната с 18-й по 34-ю канавки.

На рисунке 4 приведены графики погонных сил и вызванных ими напряжения и прогиба оболочки при намотке 18-го витка грузового каната.

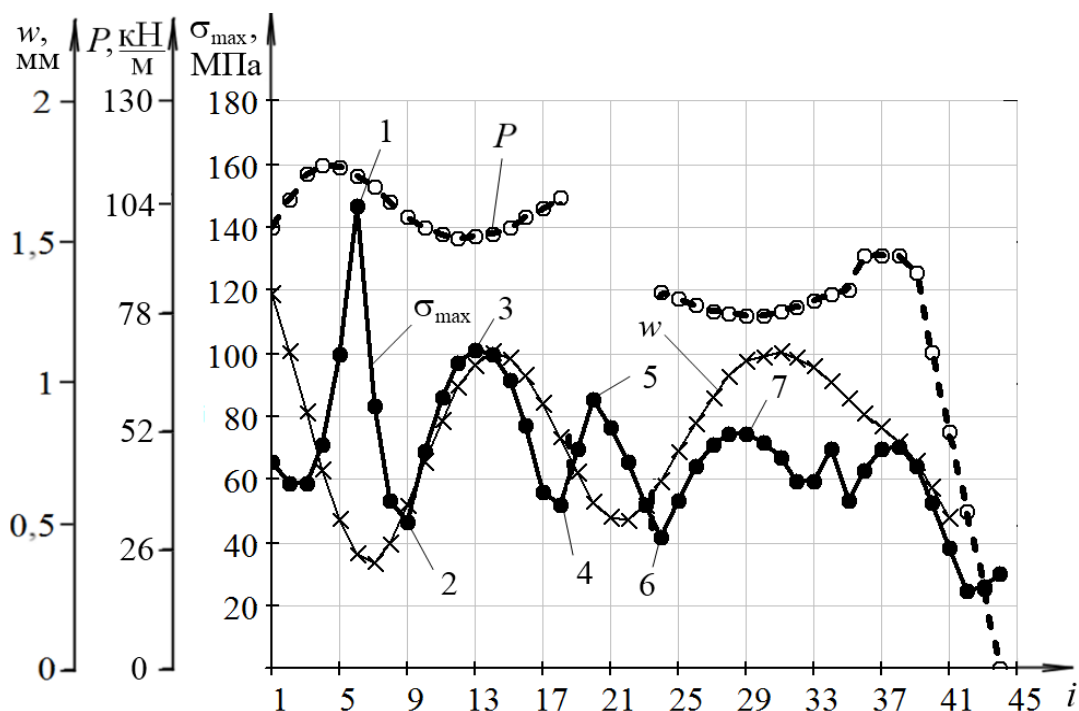


Рис. 4 Зависимость погонных сил (P), напряжений (σ_{\max}) и прогибов (w) от номера канавки (i)

По графику видно, что давление в четвертой канавке выше, чем в шестой (в месте крепления лобовины). Это следует из монотонно убывающего натяжения грузового каната в зависимости от номера канавки. Точка 1 соответствует взаимодействию оболочки с лобовиной, расположенной между шестой и седьмой канавками. Излом кривой напряжений вызван действием перерезывающей силы со стороны лобовины, аналогичный характер носит взаимодействие со шпангоутом (точка 5), расположенным вблизи двадцатой канавки, причем в силу меньшей радиальной жесткости шпангоута эта перерезывающая сила меньше (излом кривой σ_{\max} меньше). Точки 3 и 7 соответствуют максимальным прогибам оболочки между лобовиной и шпангоутом. В точках 2, 4 и 6 изгибные напряжения намного меньше кольцевых в связи с тем что в этих точках кривизна деформированной формы оболочки меняет знак.

На рисунке 5 представлены напряжения в конечно-элементной модели заклиненной части барабана ЦР – 6х3,4/0,6 для расчетного случая при восемнадцатом варианте нагружения. Т.к. задача приведена к осесимметричной постановке, для сокращения количества конечных элементов и времени расчета исследовалась 1/8 часть барабана. В качестве граничных условий применены: жесткая заделка центральных отверстий лобовин в местах соединения со ступицами, условие симметрии на боковых гранях барабана исключаяющее любые перемещения в окружном направлении. В

качестве внешних нагрузок применены радиально направленные силы на внутренних кромках канавок равные по величине погонным силам P .

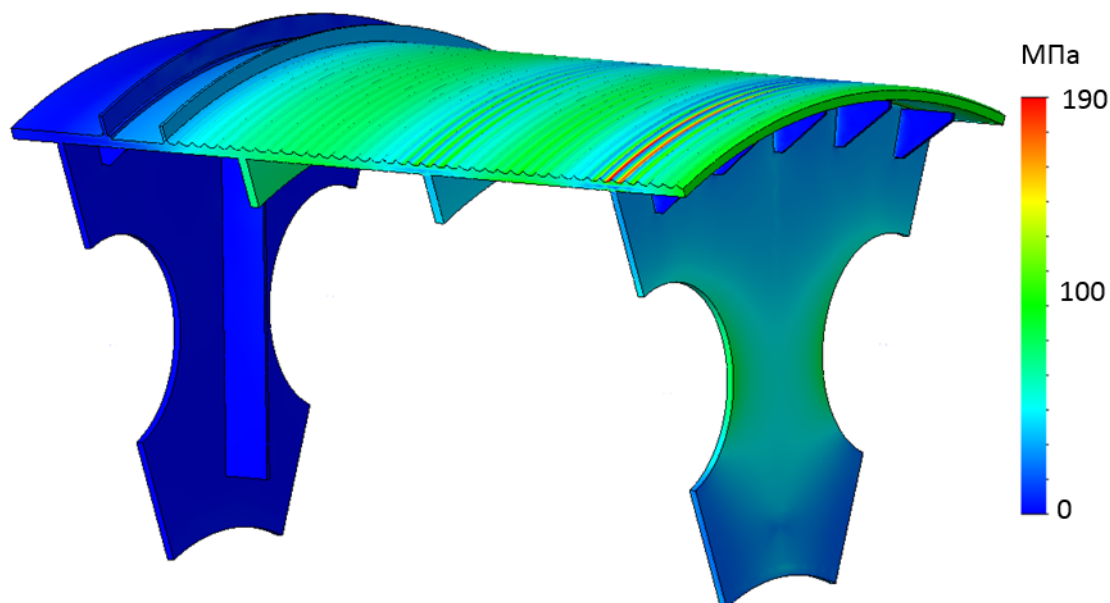


Рис. 5 Расчет напряженно-деформированного состояния барабана машины типа ЦР

Из анализа напряжений в КЭ модели барабана (рис. 5) видно, что максимальные напряжения распределены по доньшкам канавок над правой лобвиной и достигают максимального значения 190 МПа, которое значительно выше предельно допустимого.

Для проверки адекватности метода определения расчетных нагрузок сравним напряжения в верхнем (рис. 6, а) и нижнем (рис. 6, б) слоях конструктивно-ортотропной оболочки и твердотельной модели заклиненной части барабана, рассчитанной при помощи МКЭ средствами SolidWorks Simulation.

Из сопоставления графиков напряжений (рис. 6, а, б) профилированного барабана и конструктивно-ортотропной оболочки, нагруженных одними и теми же усилиями, следует, что характер кривых подобен, но напряжения в осредненной оболочке ниже, чем в КЭ модели. Это объясняется тем, что в профилированной обечайке в основании гребешка возникают касательные напряжения, которые не учитываются в конструктивно-ортотропной оболочке, а продольные усилия действуют только по доньшкам канавки. Суммарное продольное усилие в верхней части оболочки и обечайки при нагружении одинаковым моментом должно быть равно. Но т.к. в профилированной обечайке это усилие действует только по доньшкам канавок, а в оболочке по всей дуге, соответственно в оболочке должны быть меньшие напряжения, чем в профилированной обечайке.

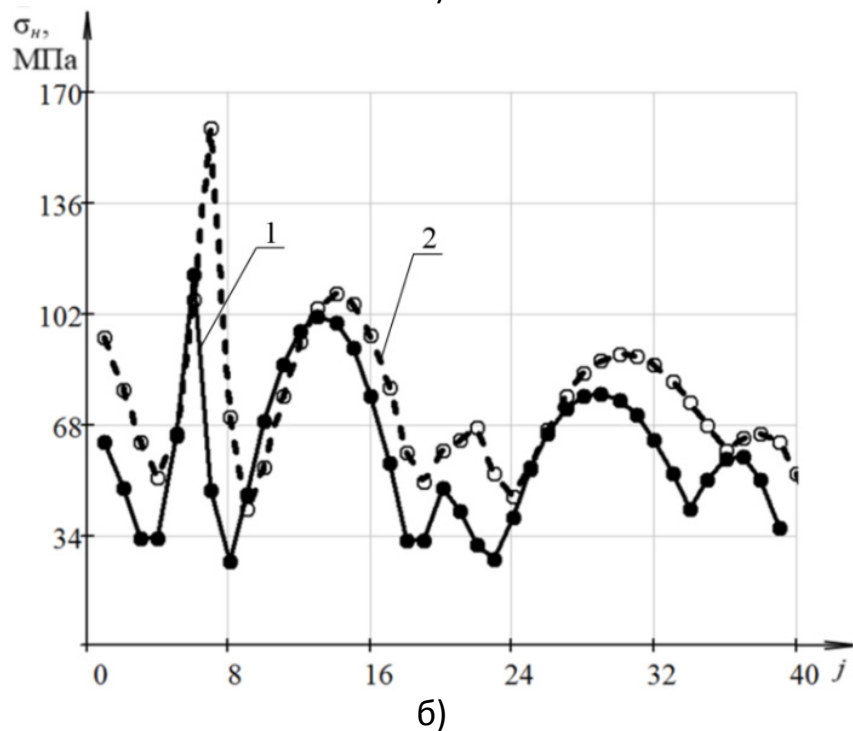
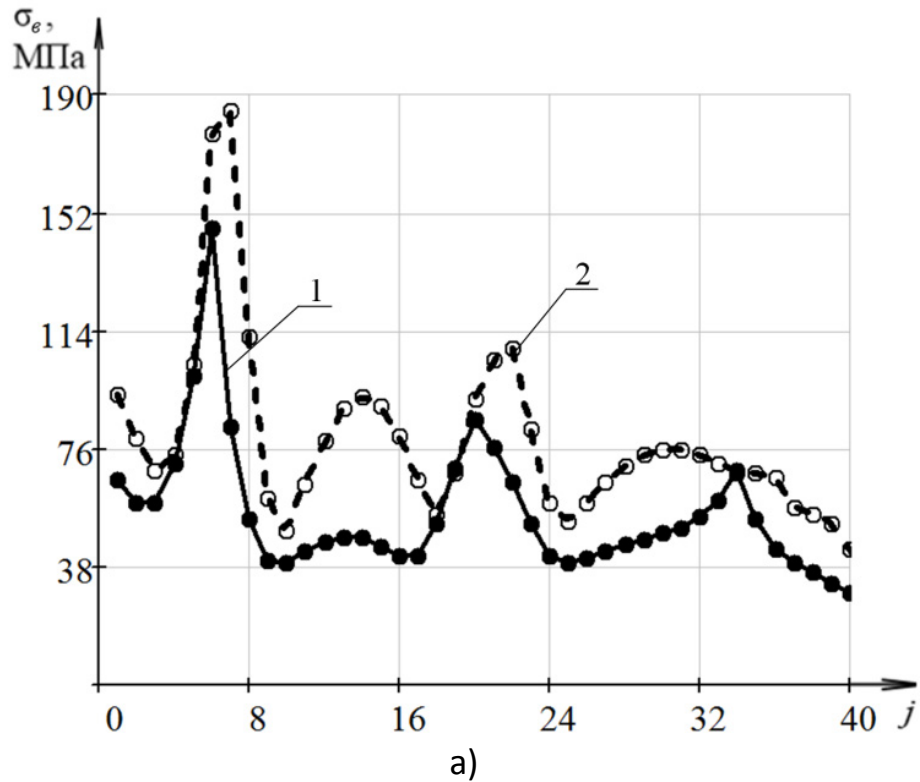


Рис. 6 Напряжения в верхнем (а) и нижнем (б) слоях оболочки, полученные с помощью: 1 – математической модели конструктивно-ортотропной оболочки; 2 – КЭ анализа твердотельной модели барабана

Таким образом, математическая модель конструктивно-ортотропной оболочки позволяет получить осредненные напряжения, которые пре-

имущественно будут ниже реальных, но дают возможность качественно оценить характер распределения напряжений.

Выводы.

1. Графики напряжений в профилированном барабане, определенных по методу конечных элементов и по предложенному автором, качественно подобны, количественное отличие объясняется тем, что в профилированной обечайке в основании гребешка возникают касательные напряжения.

2. В предложенном методе математическая модель конструктивно-ортотропной оболочки позволяет получить осредненные напряжения, которые дают возможность выбрать расчетный случай для последующего расчета НДС барабана при помощи МКЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заболотный К.С. Обоснование компьютерной модели барабана и расчетных на грузок шахтной подъемной машины / К.С. Заболотный, А.Л. Жупиев, Е.Н. Соснина // Геотехническая механика: Межведомственный сборник научных трудов / Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск: 2011. – Вып. 92. – С. 275 – 278.

2. Рутковский М.А. Разработка метода определения канатных нагрузок на барабан шахтной подъемной машины [Электронный ресурс] / К.С. Заболотный, А.Л. Жупиев, М.А. Рутковский // Современные информационные технологии, средства автоматизации и электропривод: материалы всеукр. науч.-техн. конф., 10 – 14 дек. 2012 г.: тез. докл. – Краматорск : ДГМА, 2012. – Режим доступа к журн. : <http://itp.dn.ua/razdel-2/2012-12-10-07-39-39.html>.

3. Заболотный К.С. Разработка метода расчета радиальной нагрузки при намотке и размотке канатов на барабан / К.С. Заболотный, А.Л. Жупиев, М.А. Рутковский // Научный вестник ДГМА. – Краматорск : ДГМА, 2012. – №2 (10Е). – С. 56–65.

УДК 62-932.4

ФУНКЦИОНАЛ КАЧЕСТВА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО АВТОТРАНСПОРТА

А.А. Савченко, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина.

М. А. Прокопович, студент гр. АМГ-13-1с

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: strellock@ukr.net

Аннотация. На основании предложенного критерия – функционала качества проведен сравнительный анализ высокоэластичных шин.

Ключевые слова: функционал качества, автомобильная шина, массивная высокоэластичная шина.

QUALITY FUNCTIONALE OF SPECIALIZED VEHICLES

A. A. Savchenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Automobiles and Automobile Economy Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

M. A. Prokopovich, Student of group АМГ-13-1с
State Higher Educational Institution «National Mining University», Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: strelock@ukr.net

Abstract. Based on the proposed criterion - quality functional carried comparative analysis of highly elastic tires.

Keywords: functional quality car tire, highly elastic solid tire.

Введение. В последние годы на отдельных горно-металлургических комплексах развитых стран Европы и Америки для технологических перевозок широко применяется автомобильный транспорт с использованием специализированных автотранспортных средств грузоподъемностью 10-180 т: автосамосвалы, порталные автомобили, автопогрузчики, тягачи с прицепами и автопоезда.

На металлургических заводах Швеции, Англии, Франции широко применяются универсальные самопогрузчики повышенной грузоподъемности (20-70 т). На многих металлургических заводах США автотранспортом перевозится более 50% внутривозовских технологических грузов, в том числе и жидкий сталеплавильный шлак.

Сыпучие грузы на горнорудных предприятиях и металлургических заводах перевозятся в автомобилях-самосвалах и самосвальных прицепах большой и особо большой грузоподъемности (40-80 т) [1].

Существующие специализированные автотранспортные средства (САС) на горно-металлургических предприятиях характеризуются различными технико-экономическими показателями, пользуясь которыми в зависимости от поставленной задачи выполняются соответствующие расчеты, дающие представление либо о степени совершенства конструкции, либо об их эксплуатационной эффективности.

К настоящему времени отсутствует интегральный показатель специализированного автотранспортного средства, построенный на его независи-

мых и зависимых параметрах и отражающий полно его функциональную предназначенность.

Цель работы. Выбор и обоснование метода определения функционала качества специализированного автотранспорта, в том числе использующего массивные высокоэластичные шины.

Связь работы с научными и учебными программами кафедры. Работа выполнена в соответствии с учебной программой подготовки специалистов по специальности “Автомобили и автомобильное хозяйство”.

Материал и результаты исследований. Известны работы [2], в которых дан общий подход в оценке качества механизмов и машин при выполнении ими реальных режимов работы.

Существенными параметрами специализированного автотранспортного средства являются: сила тяги, скорость движения и надежность в работе, которые зависят от конструктивных особенностей, параметров привода, характеристик системы подвешивания и др.

Указанные параметры могут определить интегральный показатель САС – функционал качества, представляющий отношение мощностей, затраченных на выполнение полезной работы и работы сил сопротивления с учетом потерь на восстановление работоспособности, потерянной при шиномонтажных работах, которые составляют на горнорудных предприятиях до 25 % от общего времени нахождения автомобиля-самосвала в ремонте.

Формально функционал качества может быть представлен следующим выражением:

$$J = \frac{P_{пол}}{P_c} \cdot y, \quad (1)$$

где $P_{пол} = F_m \cdot V$ – мощность, затраченная САС на выполнение полезной работы, кВт; $P_c = F_c \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления в специализированном автотранспортном средстве, кВт; $F_m = m \cdot \psi$ – сила тяги, Н; $F_c = m \cdot (\omega \pm i)$ – сила сопротивления движению САС, Н; i – уклон дороги; V – скорость движения специализированного автотранспортного средства, м/с; m – сцепная масса локомотива, кг; y – коэффициент, определяющий степень надежности шин (с учетом условий эксплуатации).

Как следует из развернутого представления (1), функционал качества, включает практически все основные зависимые и независимые показатели САС и дорожного покрытия. Функционал качества прямо пропорционален коэффициенту сцепления, скорости и коэффициенту определяющему степень надежности шин, а обратно пропорционален коэффициенту сопро-

тивления и уклону дорог. Очевидным из развернутого выражения для функционала качества является то, что большие его численные значения будут соответствовать тем техническим решениям, которые обеспечивают повышение коэффициентов сцепления, степени надежности шин и уменьшение коэффициента сопротивления.

Повышение коэффициента сцепления можно достигнуть, в частности, рациональным распределением сцепной массы между колесами, применением группового привода массивных высокоэластичных шин, обеспечивающими повышенный коэффициент продольного сцепления колеса с опорной поверхностью.

Уменьшение коэффициента сопротивления движению САС – результат снижения потерь в кинематических парах механических передач привода и ходовой части, а также на скольжение в паре колесо-дорога.

Численное значение коэффициента, определяющего степень надежности шин, в основном зависит от вида и параметров механизма подвески ходовой части САС и состояния дороги.

В первом приближении этот коэффициент можно считать зависящим от собственной частоты механизма подвешивания ходовой части и длительности возмущения, создаваемого дорогой [2]

$$y = y_0 \cdot (p \cdot t)^{1/2}, \quad (2)$$

где y_0 – нормирующий множитель; $t = \frac{S}{V}$ – продолжительность действия со стороны дороги, с; $p = \frac{b}{\rho} \cdot \sqrt{\frac{c_{np}}{m_1}}$ – собственная частота колебаний обрессоренной массы, м; b, ρ – база САС и радиус инерции обрессоренной массы САС, м; $\rho = \frac{\sqrt{l^2 + h^2}}{12}$; l, h – длина и высота обрессоренной массы, м; c_{np} – приведенная жесткость механизма подвешивания и шины, (кг/см), Н/м;

$m_1 = \frac{m}{k \cdot n}$ – масса САС, приходящаяся на одну ось (n – число осей), кг; S – длина неровности дорожного дорожного полотна, м; V – скорость движения САС, м/с.

Значение y лежит в интервале $0 < y \leq 1$. Нормирующий множитель y_0 определяется для существующей базовой модели из соотношения:

$$y_0 = \left(\frac{b_0}{\rho_0} \cdot \left(\frac{c_0}{m_0} \right)^{1/2} \cdot \frac{l_0}{V_0} \right)^{1/2}, \quad (3)$$

где индекс "0" характеризует базовую модель.

Подставив (2) в (1), а вместо $P_{пол}$ P_c их выражения, получим представление функционала качества в виде, из которого следует влияние основных параметров САС на значение функционала:

$$J = y_0 \cdot \frac{\psi}{(\omega \pm i)} \cdot \left(\frac{c_{np} \cdot k \cdot n}{m} \right)^{1/4} \cdot \left(\frac{b \cdot l}{\rho \cdot V} \right)^{1/2} \quad (4)$$

Для САС с массивными высокоэластичными шинами, обладающими многогранным сопротивлением в зависимости от полотна дороги, функционал качества может быть записан в виде:

$$J_\phi = y_0 \cdot \frac{\psi_\phi}{\left(\omega_0 + \omega_1 \cdot \psi_\phi \cdot \frac{m}{n} \pm i \right)} \cdot \left(\frac{c_{np} \cdot k \cdot n}{m} \right)^{1/4} \cdot \left(\frac{b \cdot l}{\rho \cdot V} \right)^{1/2}, \quad (5)$$

где $\psi_\phi, \omega_0, \omega_1$ – коэффициенты сцепления и сопротивления движению САС с массивными высокоэластичными шинами.

Оценим влияние параметров САС на значение функционала качества, сравнив их с самосвалом с гидромеханическим приводом. Приведенную жесткость подвески и шины принимаем по [3] $c_{np}=10 \cdot 10^3$ Н/м, протяженность возмущения $l=0,6$ м и в качестве базовой модели выбираем автосамосвал Д300. Коэффициент y , входящий в (2), можно определить как относительное число рейсов с учетом сходов автосамосвалов с маршрута, по причине выхода шины, к общему числу рейсов за рассматриваемый период

$$y = \frac{N_0 - N_c}{N_0}, \quad (6)$$

где N_0, N_c – общее число рейсов и число рейсов с отказами.

Существенное влияние на значение функционала качества оказывают параметры, определяющие свойства шин и дорожного полотна. На рис. 1 приведены зависимости между относительным значением функционала качества и сцепной массы для двух- и трехколесного САС и численные значения относительных функционалов для самосвалов Д300 и БелАЗ - 540А.

Как видно из графиков с увеличением сцепной массы относительный функционал качества уменьшается и по этому показателю Д 300 уступает БелАЗ –540А. Также функционал качества зависит от конструкции шин и условий эксплуатации САС (рис. 2).

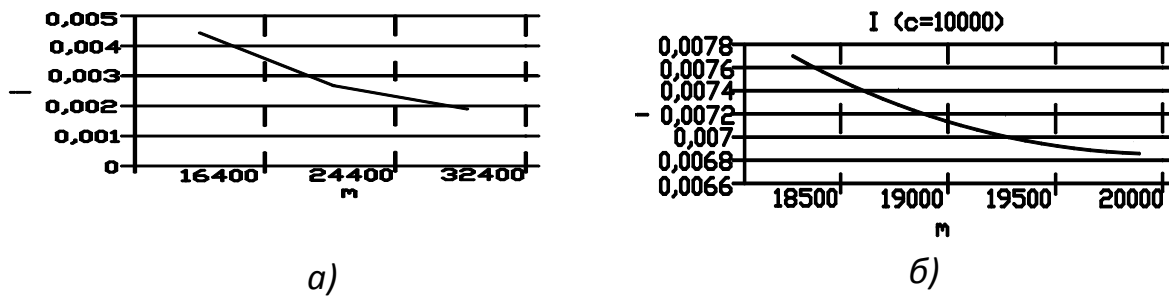


Рисунок 1- Зависимость функционала качества от сцепной массы: а – автосамосвал Д 300; б – втосамосвал БелАЗ-540 А

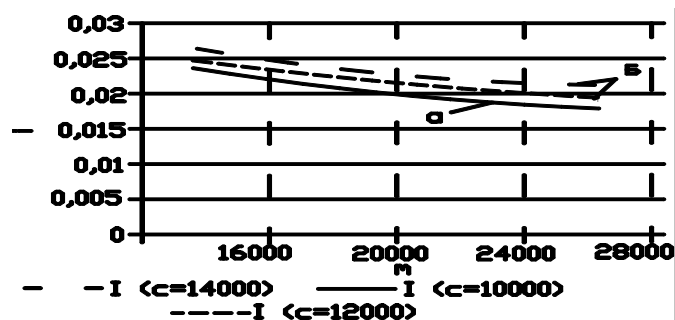


Рисунок 2 - Зависимость функционала качества от конструкции шин

Выводы. На основании изложенного подхода и по численному значению функционала качества может быть выбрано САС серийно выпускаемое с высоким значением функционала или разработанное новое с учетом условий эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технические средства транспорта в металлургии / Хоружий А.С., Тиверовский В.И. и др.// М.: Наука, 1979. – 576 с.
2. Левитский И.И. Теория механизмов и машин // М.: Металлургия, 1980. – 332 с.
3. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля // М.: Машиностроение, 1972. – 384 с.

УДК 622.625.28

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗСТУПІНЧАСТИХ ГІДРОБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ (ГОМТ)

І.О. Таран, доктор технічних наук, доцент кафедри управління на транспорті Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: taran_70@mail.ru

І.Ю. Клименко, асистент кафедри управління на транспорті

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: iryana_klymenko@mail.ru

Анотація. Наведено основні переваги й недоліки гідрооб'ємно-механічних трансмісій. Проаналізовано кінематичні та функціональні схеми двопотокових гідрооб'ємно-механічних трансмісій. Доведено, що застосування безступінчастих трансмісій перспективне як на автомобілях, так і на шахтних дизелевозах.

Ключові слова: безступінчаста трансмісія, дизелевоз, гідрооб'ємно-механічна трансмісія, потужність, двигун.

FEATURES OF APPLICATION OF STEPLESS HYDROVOLUMETRIC MECHANICAL TRANSMISSIONS

I.O. Taran, Doctor of technical Sciences, Associate Professor of Department of Transportation Management

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: taran_70@mail.ru

I.Y. Klymenko, Assistant of Department of Transportation Management

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: iryana_klymenko@mail.ru

Abstract. The basic advantages and disadvantages hydrovolumetric mechanical transmissions are given. Kinematic and functional scheme of double-mechanical transmissions are analyzed. It is proved that the use of stepless transmissions is promising as in cars, and on mine diesel locomotives.

Key words: stepless transmission, hydrovolumetric mechanical transmission, diesel locomotive, power, engine.

Введення. У кожному транспортному засобі (ТЗ), незалежно від масово-габаритних характеристик, функціонального призначення, для трансформації крутного моменту і кутової швидкості двигуна використовуються трансмісії. Останнім часом набувають розповсюдження двопотокові безступінчасті ГОМТ, які використовуються у світовому автомобіле- та тракторобудуванні, на залізничному транспорті.

Мета роботи. Трансмісія – складний багаторежимний агрегат, що вимагає визначення необхідних конструктивних параметрів, які забезпечують паливну економічність, мінімальні викиди в шахтну атмосферу, високий к.к.д. і відповідність технічних характеристик трансмісії функціональному призначенню транспортного засобу. Враховуючи, що ефективна передача енергії, яка реалізується в тягове зусилля, забезпечується трансмісіями, робота присвячена вдосконаленню трансмісії шахтного дизелевоза.

Матеріал і результати досліджень. ГОМТ мають наступні переваги [1]:

- можуть замінити не тільки ступінчасту механічну коробку передач, але і всю трансмісію машини разом зі зчепленням, що забезпечується перемикання швидкісних піддіапазонів без зупинки при русі машини, без розриву потоку потужності;

- підвищують керованість транспортних засобів, оскільки дають можливість змінювати в широких інтервалах тягове зусилля на провідних колесах при достатньо малих зусиллях на органах управління;

- забезпечують плавне регулювання передавального відношення від двигуна до провідних коліс, що істотно підвищує рухливість і ергономічність мобільних машин;

- безступінчасте регулювання ГОМТ сприяє якнайкращій адаптації самохідної машини до виконання заданого технологічного процесу і підтримки його стабільності;

- ГОМТ, що володіють властивістю реверсу, забезпечують перехід з руху вперед до руху заднім ходом без зупинки і перемикання передач;

- ГОМТ бортового виконання забезпечують поворот транспортного засобу на місці з нульовим радіусом повороту;

- сприяють підвищенню надійності роботи двигуна завдяки демпфуючим властивостям робочої рідини гідропередачі, внаслідок чого усувається жорсткий кінематичний зв'язок провідних коліс машини з двигуном;

- забезпечують кращу тягову динаміку транспортних засобів в порівнянні із ступінчастими механічними трансмісіями, оскільки дають можливість максимально завантажити двигун і підтримувати його максимальну активну потужність;

- при раціональному виборі регульовальних характеристик ГОМТ двигун може працювати в режимі максимальної потужності або мінімальної витрати палива у всьому швидкісному діапазоні ТЗ;

- підвищують середню швидкість руху по бездоріжжю за рахунок кращого використання потужності двигуна.

До основних недоліків ГОМТ відноситься:

- нижчий ККД в порівнянні із ступінчастими механічними трансмісіями – в сучасних конструкціях ГОМТ їх ККД на 7 – 10% нижче;

- при перемиканні з піддіапазона на піддіапазон в контурі, в якому розташована гідропередача, може стрибкоподібно змінюватися потужність і тиск, при цьому, як правило, міняються місцями порожнини тиску навантаження і підживлення в ГОП, що приводить до ударних режимів в ГОП і зниженню їх ресурсу;

– робочі режими з циркуляцією потужності приводять до відносно великих втрат і тепловиділення, можуть бути небажаними з погляду міцності та надійності елементів трансмісії;

– вельми чутливі до температури навколишнього середовища, оскільки в'язкість робочої рідини істотно змінюється з температурою і, як при низьких, так і при високих температурах можуть істотно погіршуватися технічні характеристики трансмісії;

– із-за різниці навантажень на провідних колесах транспортних засобів з ГОМТ бортового виконання спостерігається шкідливе явище відхилення від прямолінійного заданого курсу, що без відповідної автоматичної системи курсової корекції підвищує психо-фізіологічне навантаження на оператора-водія;

– реверсивні ГОМТ з першим повнопотоковим діапазоном, як правило, не забезпечують достатнього динамічного чинника транспортній машині із-за виходу тиску навантаження в ГОП на клапанний режим; при цьому підвищення робочого об'єму ГОП, яке сприяє усуненню цього недоліку, погіршує габаритні і масові показники ГОМТ в цілому;

– необхідність використовувати якісні робочі рідини з високим ступенем чистоти;

– необхідність застосування узгоджувальних редукторів між двигуном і насосами, а також між гідромоторами і колесами;

– підвищений шум при роботі на високому тиску і при високій частоті обертання (високочастотні коливання робочої рідини);

– необхідна висока кваліфікація персоналу для проведення технічного обслуговування при експлуатації;

– вища вартість і складність виготовлення за рахунок, як правило, застосування гідромашин великого робочого об'єму.

ГОМТ підрозділяються на повнопотокові, коли вся потужність двигуна передається гідравлічним шляхом, і двопотокові (з диференціалами на вході, виході, зі змінною (різною) структурою), де менша частина потоку потужності (20 – 50%) передається гідравлічним шляхом, а решта частини (зазвичай більша) – механічним шляхом. Однією з головних переваг повнопотокових ГОМТ є можливість підведення роздільно-регульованого (по будь-якому закону) потоку потужності індивідуально до кожного колеса або елемента рушія, незалежно від його відстані від живлячої установки і положення в просторі.

Застосування безступінчастих трансмісій на багатовісних повноприводних автомобілях (рис. 1) дозволить забезпечити оптимальну компоновку автомобіля, мінімізувати витрати на опір коченню і підвищити зчпні можливості. Як наслідок, підвищиться прохідність, покращає паливна еко-

номічність і знизиться шкідлива дія автомобіля на ґрунт. Використання ГОМТ на міських автомобілях є перспективним з погляду економії енергетичних ресурсів. В результаті застосування гідроаккумулятора ГОМТ дозволяє здійснити рекуперацію енергії при гальмуванні автомобіля і завдяки цьому зменшити витрату палива аж до 30%. Одночасне зниження витрати палива в результаті використання двигуна на оптимальних режимах і рекуперації енергії, може скласти до 40%. Управління роботою двигуна і ГОМТ при цьому здійснюється за допомогою мікропроцесора.

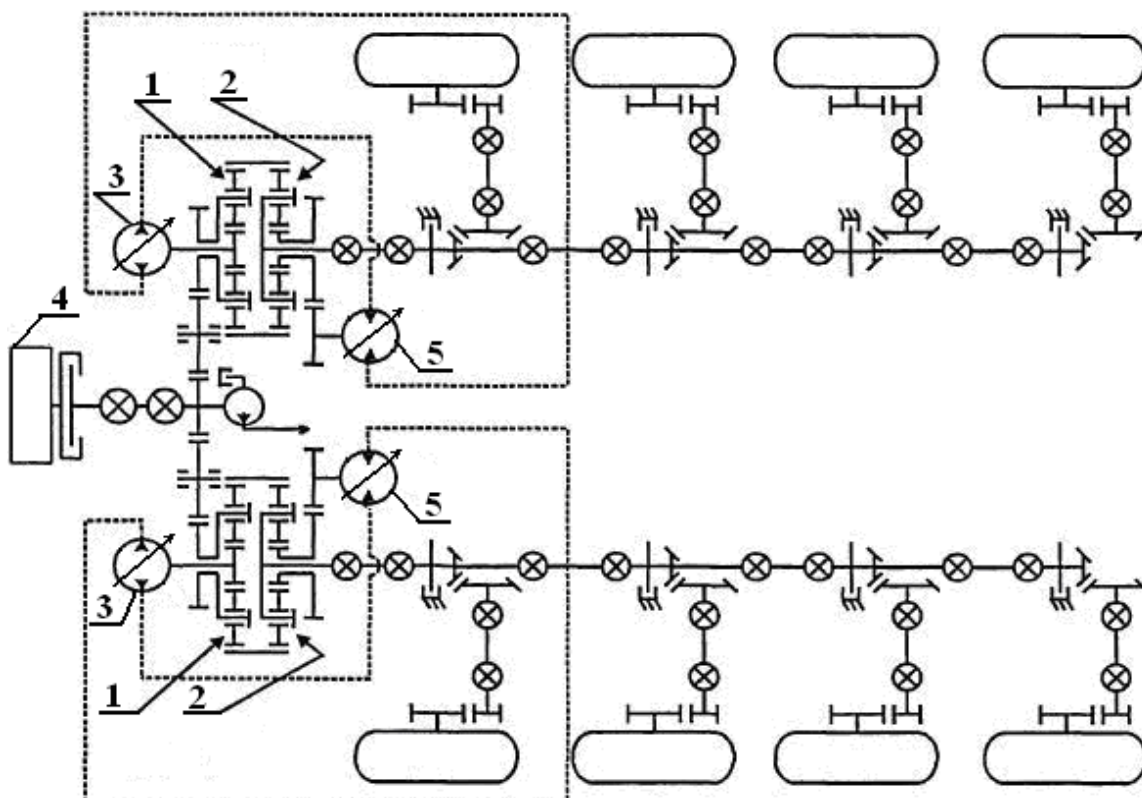


Рисунок 1 – Схема двопотокової ГОМТ для колісного автомобіля високої прохідності з бортовим приводом: 1 – розділовий диференціал; 2 – диференціал, що підсумовує; 3 – симетрично регульований, реверсивний насос; 4 – двигун внутрішнього згоряння; 5 – регульований гідромотор.

Застосування безступінчастих трансмісій перспективне також і на шахтних дизелевозах. Це дозволить забезпечити оптимальну компоновку, мінімізувати витрати на опір коченню і підвищити зчіпні можливості. Як наслідок, підвищуються тягово-гальмівні властивості, покращає паливна економичність і знизиться шкідлива дія двигуна на шахтну атмосферу. Використання ГОМТ на дизелевозах є перспективним з погляду економії енергетичних ресурсів. Одночасне зниження витрати палива в результаті використання двигуна на оптимальних режимах може скласти до 40%. Управління роботою двигуна і ГОМТ при цьому здійснюється за допомогою мікропро-

цесора. Роботи [2, 3, 4] присвячені науковому обґрунтуванню раціональної структурної схеми і конструктивних параметрів безступінчастих трансмісій шахтних дизелевозів. Використана методика матричного аналізу трансмісій базується на розділенні кінематичної схеми на структурні елементи і зв'язки між ними та побудові матричної системи на базі узагальнених матриць кожного елемента. Для використання в шахтних дизелевозах запропоновано оригінальні безступінчасті двопотокові ГОМТ на базі вітчизняного об'ємного гідроприводу ГСТ-90 (рисунок 2, а) й електромеханічні безступінчасті трансмісії (рисунок 2, б) на базі синхронного генератора зі збудженням постійними магнітами, частотного перетворювача та асинхронного електродвигуна. Науково обґрунтовано їх основні конструктивні параметри, які забезпечують ККД до 0,87.

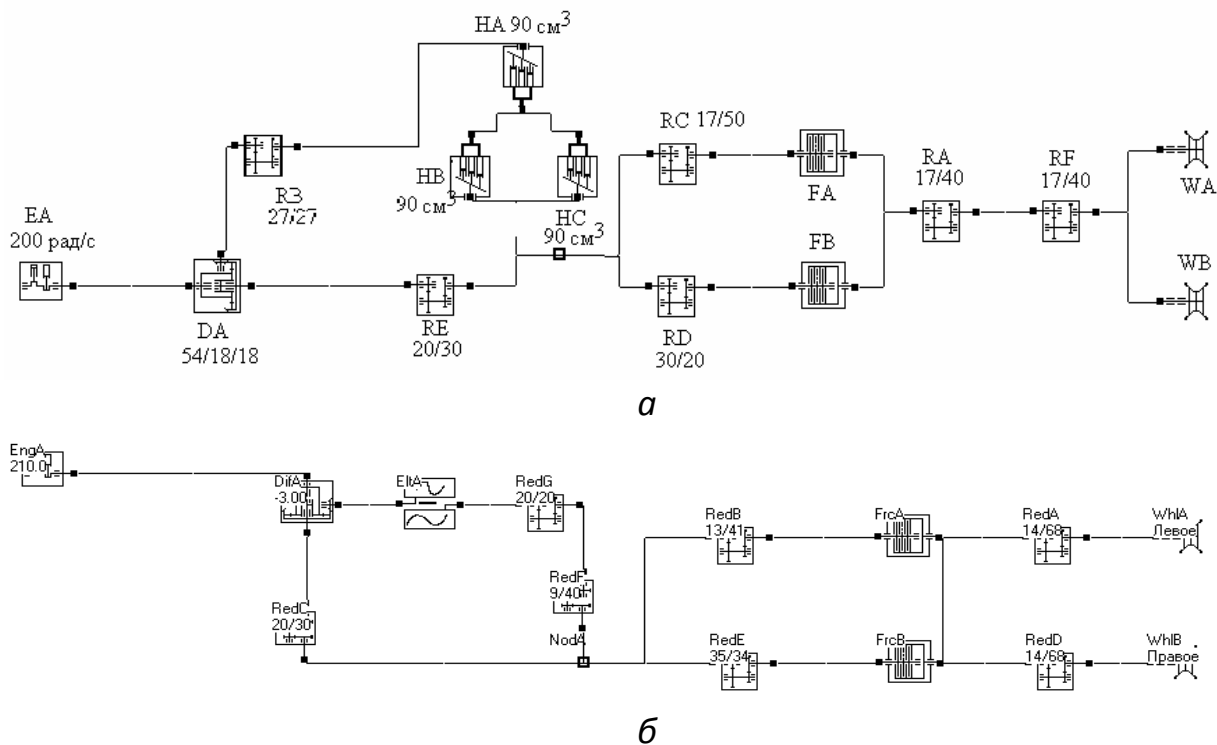


Рисунок – 2 Структурні схеми безступінчастих двопотокових трансмісій, в основі яких лежить схемне рішення Fendt-Vario: а – з роздільним виконанням ГОП; б – електромеханічна трансмісія-аналог для застосування в дизелевозах

Із застосуванням розробленої методики комплексної оцінки трансмісій та її програмного забезпечення (рисунок 3) досліджено переваги і недоліки цих трансмісій.

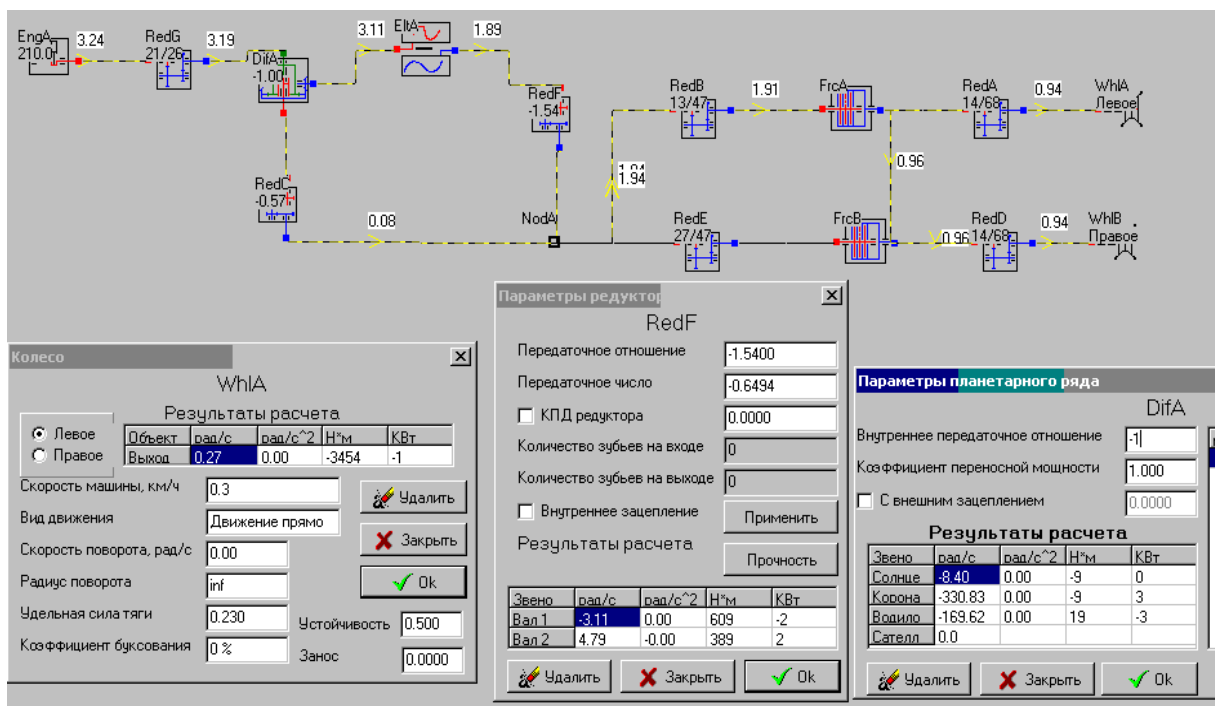


Рисунок 3 – Кінематичні, силові та енергетичні параметри безступінчастої електромеханічної трансмісії на початку руху

Висновки. Недостатність розвитку системного підходу до розрахунково-теоретичного обґрунтування гідрооб'ємно-механічних трансмісій, недостатність розвитку ідеології та наукової методології математичного моделювання роботи ГОМТ та її окремих елементів ще на етапі побудови кінематичної схеми трансмісії вносить суттєвий елемент складності.

Розвиток та вдосконалення розрахунково-теоретичних методик по аналізу та параметричному синтезу двопотокових безступінчастих ГОМТ і математичному моделюванню систем «двигун – гідрооб'ємна механічна трансмісія – тяговий агрегат» дозволить отримати комплексну оцінку даної складної технічної системи, оптимізувати конструктивні параметри трансмісії з метою підвищення її кінематичних, силових та енергетичних характеристик, а також підвищити техніко-економічні показники тягового агрегату у цілому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Критический обзор работ в области тракторных гидрообъемно-механических трансмиссий / Самородов В.Б., Рогов А.В., Бурлыга М.Б. Самородов Б.В // Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». Вісник НТУ «ХПИ». – 2003. – № 4. С. 3-19.
2. Таран И.А. Научное обоснование рациональной структуры и конструктивных параметров бесступенчатых трансмиссий шахтных дизелевозов / И.А. Таран // Науковий вісник НГУ. – 2009. – № 12. – С. 43 – 46.

3. Таран И.А. Квазистатический анализ полнопоточной электромеханической трансмиссии шахтного дизелевоза / И.А. Таран // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Д., 2010. – Вип. 85. – С. 69 – 76.

4. Таран И.А. Результаты автоматизованого аналізу гідрооб'ємно-механічної трансмісії шахтного дизелевоза / И.А. Таран // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – 2010. – Вип. 7. – С. 172 – 177.

УДК 629.34:62-235:165.41

АЛГОРИТМ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ТРАНСМИССИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

И.А. Таран, доктор технических наук, доцент кафедры управления на транспорте Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: taran_70@mail.ru

И.Ю. Клименко, ассистент кафедры управления на транспорте Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: iryna_klymenko@mail.ru

Аннотация. Для бесступенчатых трансмиссий транспортных средств модернизированы и обобщены интегральные стохастические критерии по тяговой динамике, КПД и мощности тепловыделений. Предложен новый интегральный стохастический критерий по топливной экономичности.

Ключевые слова: бесступенчатая трансмиссия, интегральный критерий, тяговая динамика, мощность тепловыделений, КПД, топливная экономичность.

ALGORITHM OF BENCHMARKING TRANSMISSIONS OF TRANSPORT VEHICLES

I.O. Taran, Doctor of technical Sciences, Associate Professor of Department of Transportation Management State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: taran_70@mail.ru

I.Y. Klymenko, Assistant of Department of Transportation Management State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: iryna_klymenko@mail.ru

Abstract. For the stepless transmissions of transport vehicles modernized and generalized integral stochastic criteria on a hauling dynamics and powers of exotherm. A new stochastic integral criterion is offered for a fuel economy.

Keywords: stepless transmission, integral criteria, a hauling dynamics, powers of teplovydeleniy, fuel economy.

Введение. В каждом транспортном средстве, независимо от массогабаритных характеристик, типа используемого движителя и функционального предназначения, для трансформации крутящего момента и угловой скорости двигателя применяется трансмиссия. При мониторинге и оценке рациональных векторов Γ [1] конструктивных параметров трансмиссий, так и при оценке эффективности трансмиссий в целом, необходимо учитывать наиболее вероятные режимы движения транспортного средства, близкие к математическому ожиданию эксплуатационных скоростей, а на этих скоростях – при наиболее вероятных коэффициентах сцепления, то есть реальные технологические режимы загрузки транспортного средства [1].

Состояние вопроса. Математическая формализация критериев оптимальности по тяговой динамике, КПД гидрообъемно-механических трансмиссий (ГОМТ) и по суммарной мощности тепловыделений в ГОМТ как функции векторного аргумента $\Gamma(i_1, i_2, \dots, i_m, k_1, k_2, \dots, k_n)$ основных конструктивных параметров впервые предложена для ступенчатой механической трансмиссии в работах [2, 3] и для двухпоточных ГОМТ – в работе [4]. В указанных работах введены и используются три основных критерия оптимальности ГОМТ в виде формализованных критериальных объемов \bar{W}_{Dp} , \bar{W}_{np} и $\bar{W}_{\Delta Np}$, тесно связанных соответственно с интегральным стохастическим критерием по тяговой динамике W_{Dp} , интегральным стохастическим критерием по КПД ГОМТ W_{np} и интегральным стохастическим критерием по мощности тепловыделений ΔN в трансмиссии $W_{\Delta Np}$.

Цель работы. Разработать и апробировать интегральную систему критериев оценки работы бесступенчатых трансмиссий транспортных средств для объективного сравнения альтернативных вариантов.

Материалы исследования. В работе [4] не совсем корректно утверждается, что «пределы интегрирования, удельная сила тяги тягово-транспортной машины, КПД и относительная мощность тепловыделений в ГОМТ являются функциями варьируемых переменных – всех или большей части передаточных отношений и рабочего объема гидромашин, используемых в ГОП». Некорректность состоит в том, что на удельную силу тяги тягово-транспортной машины, на его КПД и относительную мощность тепловыделений в его трансмиссии, на расход топлива дизельного двигателя и производительность в целом влияют не только передаточные отношения и рабочий объем гидромашин, а и наиболее вероятный коэффициент сцепления в интервале скоростей $V \in [V_1; V_2]$, масса транспортного средства и номинальная эксплуатационная мощность двигателя. Более корректно и обобщенно интегральные стохастические критерии по тяговой динамике

W_{Dp} , по КПД ГОМТ $W_{\eta p}$ и по мощности тепловыделений ΔN в трансмиссии $W_{\Delta Np}$ предлагается записывать в виде:

$$\bar{W}_{Dp} = \int_{\bar{V}_1}^{\bar{V}_2} D(\Gamma, \bar{V}, f) \cdot \bar{p}(\bar{V}) d\bar{V} \tag{1}$$

$$\bar{W}_{\eta p} = \int_{\bar{V}_1}^{\bar{V}_2} \eta(\Gamma, \bar{V}, f) \cdot \bar{p}(\bar{V}) d\bar{V} \tag{2}$$

$$\bar{W}_{\Delta Np} = \int_{\bar{V}_1}^{\bar{V}_2} \Delta \bar{N}(\Gamma, \bar{V}, f) \cdot \bar{p}(\bar{V}) d\bar{V} \tag{3}$$

В формулах (1) – (3) $D(\Gamma, \bar{V}, f)$, $\eta(\Gamma, \bar{V}, f)$ и $\Delta \bar{N}(\Gamma, \bar{V}, f)$ – соответственно законы изменения удельной силы тяги тягово-транспортной машины, КПД ГОМТ и относительной мощности тепловыделений в ГОМТ как функции вектора $\Gamma(i_1, i_2, \dots, i_m, k_1, k_2, \dots, k_n)$ конструктивных варьируемых параметров, относительной скорости $\bar{V} = V/V_{max}$; \bar{V}_1, \bar{V}_2 – минимальная и максимальная относительные скорости, соответствующие заданному интервалу реальных эксплуатационных скоростей V_1 и V_2 ; f – коэффициент сопротивления движению; $\bar{p}(\bar{V})$ относительная плотность распределения относительных эксплуатационных скоростей движения :

$$\bar{p}(\bar{V}) = \exp \left\{ -0,5 \left[\frac{(\bar{V} - M(\bar{V}))}{\sigma(\bar{V})} \right]^2 \right\}, \tag{4}$$

где $M(\bar{V})$ и $\sigma(\bar{V})$ – математическое ожидание и среднеквадратичное отклонение случайной величины \bar{V} .

В приведенных выражениях интегральных стохастических критериев качества для бесступенчатых гидрообъемно-механических трансмиссий и для бесступенчатых электромеханических трансмиссий (ЭМТ) предлагается использовать соответственно собственные векторы конструктивных параметров $\Gamma(i_1, i_2, \dots, i_m, k_1, k_2, \dots, k_n, q, m, N_d)$ и $\Gamma'(i_1, i_2, \dots, i_m, k_1, k_2, \dots, k_n, k_u, k_i, m, N_d)$ вместо предложенного ранее работах [1-4] вектора $\Gamma(i_1, i_2, \dots, i_m, k_1, k_2, \dots, k_n, \dots)$.

На рис. 1 приведена пространственная иллюстрация стохастических критериев по тяговой динамике W_{Dp} , по КПД $W_{\eta p}$ и по мощности тепловыделений $W_{\Delta Np}$ определенная для двухдиапазонной бесступенчатой ГОМТ.

Построение поверхностей удельной силы тяги, КПД ГОМТ и мощности тепловыделений удобно проводить в единичном кубе с осями в виде относительной скорости \bar{V} , относительной плотности распределения вероятности $\bar{p}(\bar{V})$ эксплуатационных скоростей и динамического фактора D , кото-

рый также ограничен единицей. Величина ΔN также нормирована своим максимальным значением ΔN_{\max} и по оси $\Delta \bar{N}$ также откладываются относительные значения мощности тепловыделений, не превосходящие единицу. Геометрический смысл формализованных объемов \bar{W}_{Dp} , $\bar{W}_{\eta p}$ и $\bar{W}_{\Delta Np}$ совпадает с геометрическим смыслом интегралов в выражениях (1) – (3). Это – объемы прямых неправильных призм $\bar{V}_1\bar{V}_2CEGFC'E'$ под выделенными поверхностями, ограниченные в основании единичного куба плоскостью между кривой относительной плотности распределения $\bar{p}(\bar{V})$ и осью OV , двумя плоскостями $EE'G\bar{V}_1$ и $CC'F\bar{V}_2$, перпендикулярными основанию и оси OV , пересекающими ее в точках \bar{V}_1 и \bar{V}_2 , поверхностью ее вертикальных образующих и частью $GF\bar{V}_2\bar{V}_1$ наиболее удаленной грани куба (рис. 1 б). Рассмотренные прямые неправильные призмы под выделенными поверхностями входят в параллелепипеды $AB\bar{V}_2\bar{V}_1A'B'\bar{V}_2'\bar{V}_1'$ с единичными высотами, объемы W_{12} которых численно равны разности $\bar{V}_2 - \bar{V}_1$.

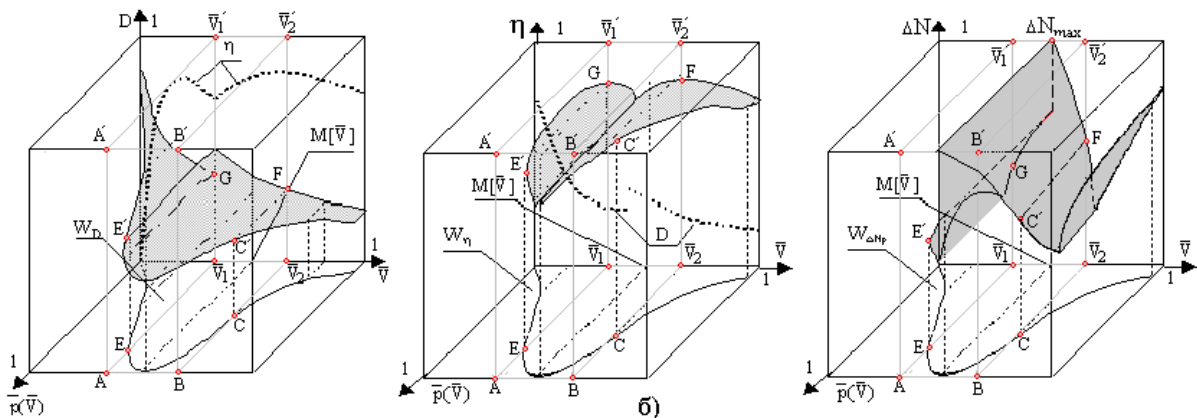


Рисунок 1 – К задаче о модернизации интегральных стохастических критериев W_{Dp} , $W_{\eta p}$ и $W_{\Delta Np}$ для бесступенчатых трансмиссий транспортных средств

В целом в работах [1-4] введены и используются только три критерия оптимальности ГОМТ в виде формализованных критериальных объемов \bar{W}_{Dp} , $\bar{W}_{\eta p}$ и $\bar{W}_{\Delta Np}$. К сожалению, авторы этих работ ничего не упоминают о таком важном технико-экономическом показателе как топливная экономичность. Без формализации и трансформации этого важнейшего показателя в интегральный стохастический критерий качества предложенная в работах [1-4] система критериев не является полной. Кроме того, обобщая предложенный подход по созданию критериев качества на случай как бесступенчатых гидрообъемно-механических, так и для бесступенчатых электромеханических трансмиссий следует, как уже было сказано выше, учи-

тывать только векторы конструктивных варьируемых параметров в виде $\Gamma(i_1, i_2, \dots, i_m, k_1, k_2, \dots, k_n, q, m, N_d)$ и $\Gamma'(i_1, i_2, \dots, i_m, k_1, k_2, \dots, k_n, k_u, k_i, m, N_d)$.

Интегральный стохастический критерий W_{Qp} по топливной экономичности предлагается записывать в виде

$$\bar{W}_{Qp} = \int_{\bar{V}_1}^{\bar{V}_2} Q(\Gamma, \bar{V}, f) \cdot \bar{p}(\bar{V}) d\bar{V} \tag{5}$$

где $Q(\Gamma, \bar{V}, f)$ – мгновенный часовой расход ДВС транспортного средства, как функция вектора Γ конструктивных варьируемых параметров бесступенчатой трансмиссии, относительной скорости $\bar{V} = V/V_{max}$ (\bar{V}_1, \bar{V}_2 – минимальная и максимальная относительные скорости заданного интервала реальных эксплуатационных скоростей V_1 и V_2) и коэффициента сцепления f ; $\bar{p}(\bar{V})$ – относительная плотность распределения относительных эксплуатационных скоростей движения. Геометрически интегральный стохастический критерий W_{Qp} по топливной экономичности представляет объем фигуры, выделенной в координатах $\bar{p}(\bar{V}), \bar{V}$ и Q . На рис. 2 приведена предлагаемая автором пространственная иллюстрация четвертого, интегрального стохастического критерия по топливной экономичности W_{Qp} .

Определение рационального вектора конструктивных параметров в режиме диалога с ПЭВМ (или на основе адаптации и развития параметрического синтеза применительно к бесступенчатым ГОМТ и ЭМТ) строится на удовлетворении стохастических интегральных критериев, которые формализованы группами соотношений (1) – (3) и (5) – причем первые пары указанных соотношений – стохастические интегральные критерии по тяговой динамике и коэффициенту полезного действия – должны в процессе расчетно-теоретического обоснования бесступенчатых трансмиссий максимизироваться, а вторые пары этих соотношений – интегральные стохастические критерии по мощности тепловыделений в трансмиссии и введенный интегральный стохастический критерий по топливной экономичности, должны минимизироваться с учетом ограничений конструктивного и эксплуатационного порядка.

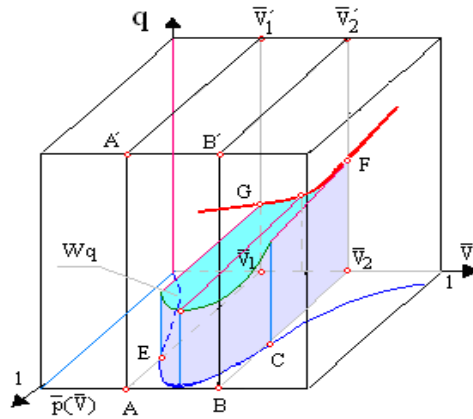


Рисунок 2 – Пространственная иллюстрация интегрального стохастического критерия по топливной экономичности W_{Qp}

Следует особо отметить, что только первый и четвертый критерии являются антагонистическими. Таким образом, поиск рационального вектора конструктивных параметров является в целом достаточно сложной и громоздкой задачей параметрического синтеза – многокритериальной оптимизационной задачей, в которой в будущем должны появиться системы экспертных оценок, логика определения весовых коэффициентов в аддитивном обобщенном функционале качества или их назначение лицом, принимающим решение.

В качестве примера определим рациональный вектор конструктивных параметров для ГОМТ № 2 [5] (рис.3) в режиме диалога с ПЭВМ на основании максимизации первых двух критериев по динамическому фактору и к.п.д. трансмиссии, и минимизации критериев по тепловыделениям и расходу топлива (1) – (2), (3) – (5).

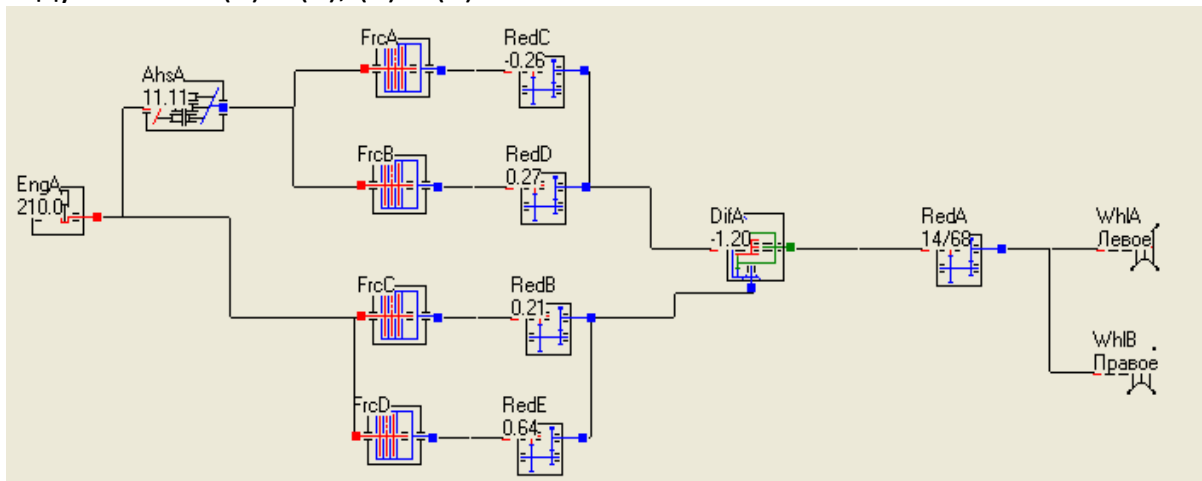


Рисунок 3 – Структурная схема бесступенчатой двухпоточной трансмиссии ГОМТ №2 и её конструктивные параметры: EngA – двигатель; AhsA – ГОП; RedA, RedB, RedC, RedD и RedE – редукторы; DifA – суммирующий планетарный ряд; WhIA и WhIB –ведущие оси, FrcA, FrcB, FrcC, FrcD – фрикционы

Результаты этих исследований приведены на рис. 4. На рис. 4, а представлены зависимости полного к.п.д. (кривые 1), динамического фактора (кривые 2), мощности тепловыделений в трансмиссии (кривые 3), почасового расхода топлива (кривые 4) от скорости при работе ГОМТ №2 в составе дизелевоза массой 10 т на первом тяговом и втором транспортном диапазонах. При расчетах принято (первый столбец данных на рис. 4, б): математическое ожидание эксплуатационной скорости дизель-поезда – $M[V] = 18$ км/ч (5 м/с); скоростной интервал построения интегральных стохастических критериев качества $V_1 = 16$ км/ч (4,44 м/с); $V_2 = 20$ км/ч (5,56 м/с); среднеквадратическое отклонение $\sigma[V] = 2$ км/ч (0,56 м/с).

На рис. 4, б представлены значения среднеинтегральных критериев $W_D, W_\eta, W_{\Delta N}, W_Q$ (второй столбец данных), вычисленные по результатам работ [6, 7]. На том же рисунке в третьем столбце данных приведены значения стохастических интегральных критериев, вычисленных по группе формул (1) – (3), (5) и их трехмерная визуализация.

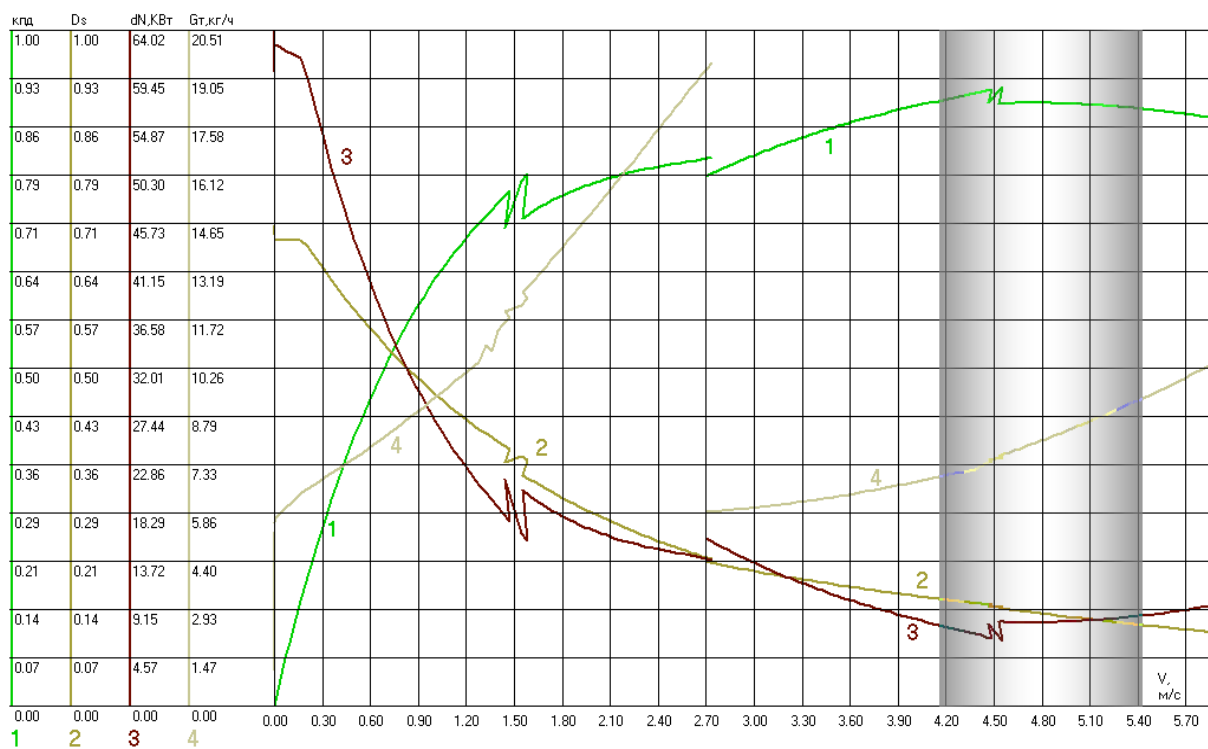


Рисунок 4, а) *среднеинтегральные критерии*: полный к.п.д. (1), динамический фактор (2), мощность тепловыделений (3), почасовой расхода топлива (4) для ГОП с $q=89 \text{ см}^3$

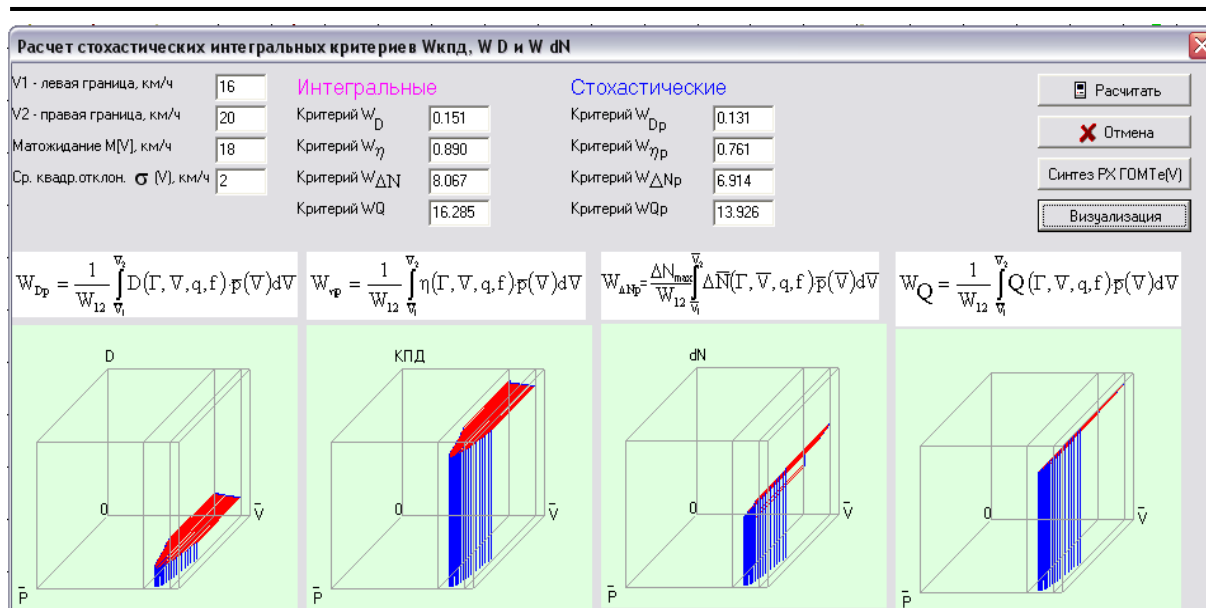


Рисунок 4, б) визуализация интегральных стохастических критериев

Рисунок 4 – Интегральные стохастические критерии ГОМТ №2

Выводы и перспективы использования.

1. Для бесступенчатых гидрообъемно-механических и электромеханических трансмиссий колесных и гусеничных транспортных средств модернизированы и обобщены интегральные стохастические критерии по тяговой динамике W_{Dp} , по к.п.д. $W_{\eta p}$, по мощности тепловыделений ΔN в трансмиссии $W_{\Delta Np}$. Уточнены векторы конструктивных варьируемых параметров $\Gamma(i_1, i_2, \dots, i_m, k_1, k_2, \dots, k_n, q, m, N_d)$ и $\Gamma(i_1, i_2, \dots, i_m, k_1, k_2, \dots, k_n, k_w, k_i, m, N_d)$ соответственно для ГОМТ и ЭМТ.

2. Введен новый интегральный стохастический критерий по топливной экономичности и предложена обобщенная интегрированная система критериев, позволяющая не только объективно сравнивать их основные технико-экономические параметры, но и определять по введенным выше критериям наиболее рациональные или оптимальные конструктивные параметры.

3. Для решения в будущем научной проблемы структурного и параметрического синтеза для перспективных бесступенчатых трансмиссий в составе тягового транспорта система предложенных интегральных стохастических критериев качества, позволяющая провести объективное сравнение альтернативных вариантов трансмиссий, будет иметь решающее значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самородов В.Б. Проблемы и направление теоретических исследований в области гидрообъемно-механических трансмиссий в Украине // Механика и машиностроение. –1998.–№1.– С.105-109.
2. Самородов В.Б. Оптимизация передаточных отношений механической ступенчатой трансмиссии по критерию наилучшей тяговой динамики транспортной машины // Информационные технологии: наука, техника, технология, оборудование, здоровье. –Харьков, 1997. –С.371-377.
3. Самородов В.Б. Алгоритм оптимизации передаточных отношений механической ступенчатой трансмиссии по критерию наилучшей тяговой динамики гусеничной машины // Вісник ХДПУ. Збірник наукових праць.– Харків: ХДПУ.– 1999.–Вип 36. – С.135-140.
4. Самородов В.Б., Новикова Л.В., Полунин В.Г. О рациональном выборе передаточных отношений планетарных рядов гидрообъемно-механической трансмиссии транспортной машины // Конструирование и исследование тракторов.– Харьков: Вища школа.– 1985.– Вып.6.–С.45-48.
5. Таран И.А. Конструктивные параметры двухпоточных гидрообъемно-механических и электрических бесступенчатых трансмиссий шахтных дизелевозов / И.А. Таран // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2011. – № 1. – С. 105 – 108.
6. Таран И.А. Система интегральных стохастических критериев для трансмиссий транспортных средств / И.А. Таран // Наукові нотатки. – 2010. – Вип. 28. – С. 519 – 523.
7. Таран И.А. Среднеинтегральный КПД бесступенчатых двухпоточных трансмиссий шахтного дизелевоза / И.А. Таран // Матеріали Всеукр. міжвуз. наук.-техн. конф. «Сучасні технології в промисловому виробництві». – Суми: Сумський державний університет, 2010. – Ч. II. – С. 155 – 156.

УДК 622.271.64, 62-791.2

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕМАТИКИ И ДИНАМИКИ ГЛУБОКОВОДНОГО ГРУНТОРАЗРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Т.В. Шепель, аспирант

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: sarat.dp@mail.ru

А.В. Сычев, инженер-проектировщик

ООО «Smart System», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: antonysychoy@gmail.com

Аннотация. В работе приведено обоснование инженерных решений по созданию устройства для исследования кинематики и динамики глубоководного грунторазрабатывающего оборудования применительно к канатно-ковшовым средствам пробоотбора научно-исследовательских судов типа «Профессор Водяницкий» и «Владимир Паршин».

Ключевые слова: кинематика, динамика, средства измерений, глубоководная добыча.

MEASURING DEVICE FOR KINEMATIC AND DYNAMIC PARAMETERS INVESTIGATION APPLIED TO THE DEEP-SEA EARTHMOVING EQUIPMENT

T. V. Shepel, Postgraduate Student

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: sarat.dp@mail.ru

A.V. Sychev, Engineer

Limited Liability Company «Smart System», Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail:
antonysychev@gmail.com

Abstract. It is given the construction solutions of measuring device for kinematic and dynamic parameters investigation applied to the deep-sea dredging equipment used at the research vessels “Professor Vodyanitsky” and “Vladimir Parshyn”.

Keywords: kinematics, dynamics, measuring device, deep-sea mining.

Введение. Основная часть мировых запасов стратегически важных видов минеральных ресурсов сосредоточена на дне морей и океанов. Борьба за первенство по их освоению была начата еще во второй половине прошлого века и продолжается до сих пор. Столь продолжительный период, в течение которого человечество пытается покорить морские глубины, связано с высоким уровнем сложности и новизной решаемых задач.

Особые условия работы глубоководных грунторазрабатывающих машин требуют новых подходов к прогнозированию рабочих нагрузок на их исполнительные органы. Поскольку проведение испытаний в реальных условиях эксплуатации машины связано с большими трудностями организации и проведения экспериментов, огромными капитальными затратами, а также риском нанесения урона окружающей среде, большинство существующих на сегодня методов расчета нагрузок на исполнительные органы базируются на основе модельных испытаний в лабораторных условиях. При этом используемый теоретический аппарат основан на ряде допущений, которые могут вносить различного рода погрешности при проведении расчетов. Для верификации положений теории резания глубоководных грунтов, а также с целью накопления экспериментальных данных, возникла необходимость в проведении исследований рабочих процессов глубоководного грунторазрабатывающего оборудования в реальных условиях эксплуатации, что требует разработки специальных измерительных средств.

Целью работы является обоснование инженерных решений по созданию измерительных средств для исследования кинематики и динамики глубоководного грунторазрабатывающего оборудования в реальных условиях эксплуатации.

Материал и результаты исследований. Измерительное оборудование разрабатывалось применительно к условиям проведения геологоразведочных работ в Черном море, глубина которого достигает 2245 м [1].

На сегодняшний день научно-исследовательский флот Украины включает всего два судна: НИС «Профессор Водяницкий», рис. 1, (Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, г. Севастополь) и НИС «Владимир Паршин» (Украинский научный центр экологии моря, г. Одесса).



Рисунок 1 – НИС «Профессор Водяницкий»

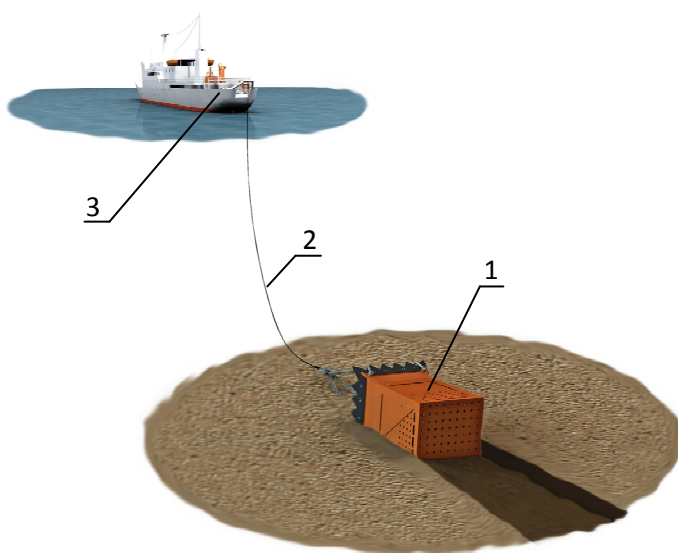


Рисунок 2 – Схема драгирования

Для отбора проб со дна моря на данных судах могут применяться скреперные драги, геологические трубки, пробоотборники грейферного типа и др. оборудование.

Наиболее близким к работе глубоководных грунто-разрабатывающих машин является драгировочное оборудование (рис. 2), включающее скреперную драгу 1, подвешиваемую на канате 2 глубоководной лебедки с многослойной навивкой каната на барабан, установленной в кормовой части судна 3. Для проведения драгировочных работ на НИС «Профессор Водяницкий» используется стальной канат диаметром 6 и 13 мм, на НИС «Владимир Паршин» диаметр стыкованного стального каната составляет 9 и 13 мм [2, 3]. Используемые скреперные драги

емкостью 0,3 и 0,65 м³ представляют собой рабочие органы ковшево-

го типа с одной открытой поверхностью, зубчатой режущей кромкой и перфорированной задней стенкой. К тяговому канату драга крепится двумя стропами посредством вертлюга. Продолжительность цикла драгирования при отборе проб с глубины около 2 000 м составляет в среднем 2 ч.

Таким образом, устройство для исследования кинематики и динамики скреперной драги должно выдерживать давление окружающей среды более 220 атм. и работать от автономного источника питания минимум 2 ч. При этом оно должно иметь средства записи измеряемых параметров.

Такое устройство было спроектировано и изготовлено в Национальном горном университете. В его состав входят гермобокс, электронная аппаратура и датчик измерения усилия натяжения каната.

Гермобокс (рис. 3) предназначен для размещения в нем электронной аппаратуры, ее изоляции от водной среды, защиты от высокого гидростатического давления и механических воздействий. Гермобокс состоит из цилиндрического корпуса, прижимной крышки, фланцевого диска и двух угольников для возможности его закрепления на драге. Прижимная крышка с корпусом стягиваются при помощи четырех шпилек. Гермобокс изготовлен из стали обыкновенного качества (Ст3) и рассчитан на давление до 250 атм. Наименьшая толщина стенки корпуса составляет 10 мм.

Для уплотнения зазора между корпусом гермобокса и прижимной крышкой использованы манжета и паронитовая прокладка. Схема уплотнения показана на рис. 4. Применение двойного уплотнения обусловлено следующими причинами. При действии высокого гидростатического давления существует риск выдавливания уплотнения через зазор. В высоконапорных гидроцилиндрах в качестве уплотнений для неподвижных соединений, как правило, используют резиновые уплотнения с предохранительными кольцами, кольца из фторопласта, металлические трубки, а также пластины из цветных металлов, которые при действии высокого давления деформируются, заполняя зазоры [4]. Однако такое конструктивное решение неприменимо для гермобокса со съемной крышкой, поскольку необходимо обеспечить доступ к электронным компонентам устройства после каждого цикла измерений.

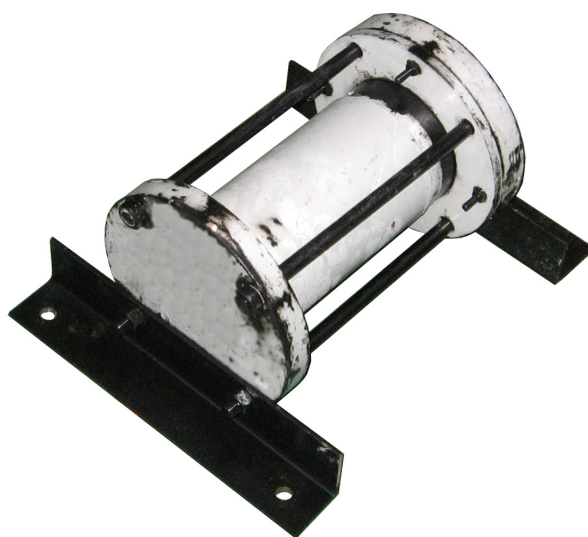


Рисунок 3 – Общий вид гермобокса конструкции НГУ

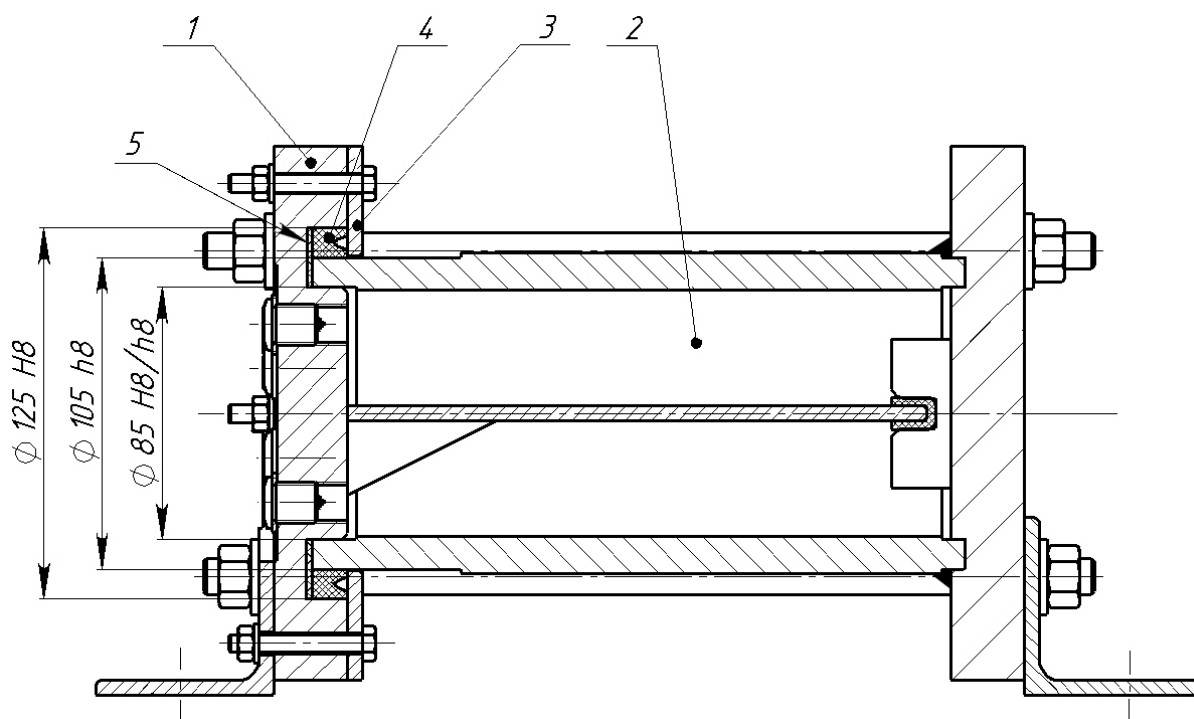


Рисунок 4 – Схема герметизации внутреннего объема гермобокса:
 1 – крышка прижимная; 2 – корпус; 3 – диск фланцевый; 4 – манжета;
 5 – паронитовая прокладка

Для разъемных (подвижных) соединений в гидроцилиндрах применяется манжетное уплотнение. Это требует высокого качества подготовки уплотняемых поверхностей, что является трудноосуществимым в условиях имеющегося у разработчика металлообрабатывающего оборудования. При проведении экспериментов на герметичность было установлено, что при использовании одного манжетного уплотнения происходит течь жидкости при давлении от нуля до нескольких первых десятков атмосфер, что обусловлено недостаточным качеством подготовки поверхностей под манжету. Дальнейшее увеличение давления обуславливает распор манжеты и течь прекращается. Использование паронитовой прокладки на торце при достаточном уровне затягивания шпилек исключает течь в диапазоне низких давлений. Такая схема уплотнения в составе разъемного соединения обеспечивает надежную изоляцию электроники от влаги при давлении вод-

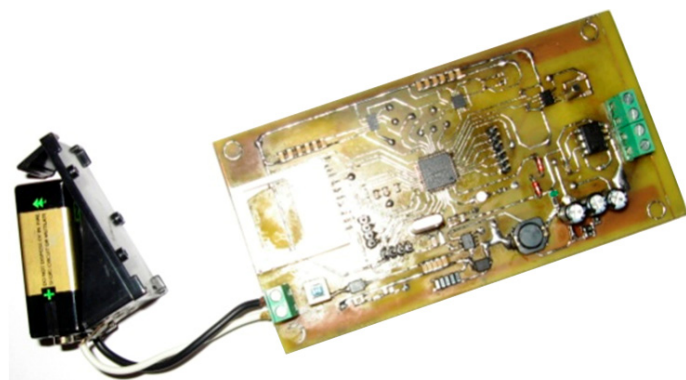


Рисунок 5 – Общий вид электронной платы

ты и течь прекращается. Использование паронитовой прокладки на торце при достаточном уровне затягивания шпилек исключает течь в диапазоне низких давлений. Такая схема уплотнения в составе разъемного соединения обеспечивает надежную изоляцию электроники от влаги при давлении вод-

ной среды от 0 до 250 атм.

Электронная аппаратура (рис. 5) включает гироскоп, трехосевой датчик ускорения, милливольтметр, операционный усилитель, микроконтроллер и карту памяти, размещенные на плате. Структурная схема электроаппаратуры приведена на рис. 6. Частота опроса датчиков задается программно (изначально была установлена частота 10 Гц). Питание осуществляется от аккумуляторной батареи напряжением 9В. Тип используемой карты памяти – SD. Данные на карте памяти записываются в виде таблицы в текстовом документе формата txt. Обработку данных из таблиц можно осуществлять в программных пакетах Excel и Mathcad.

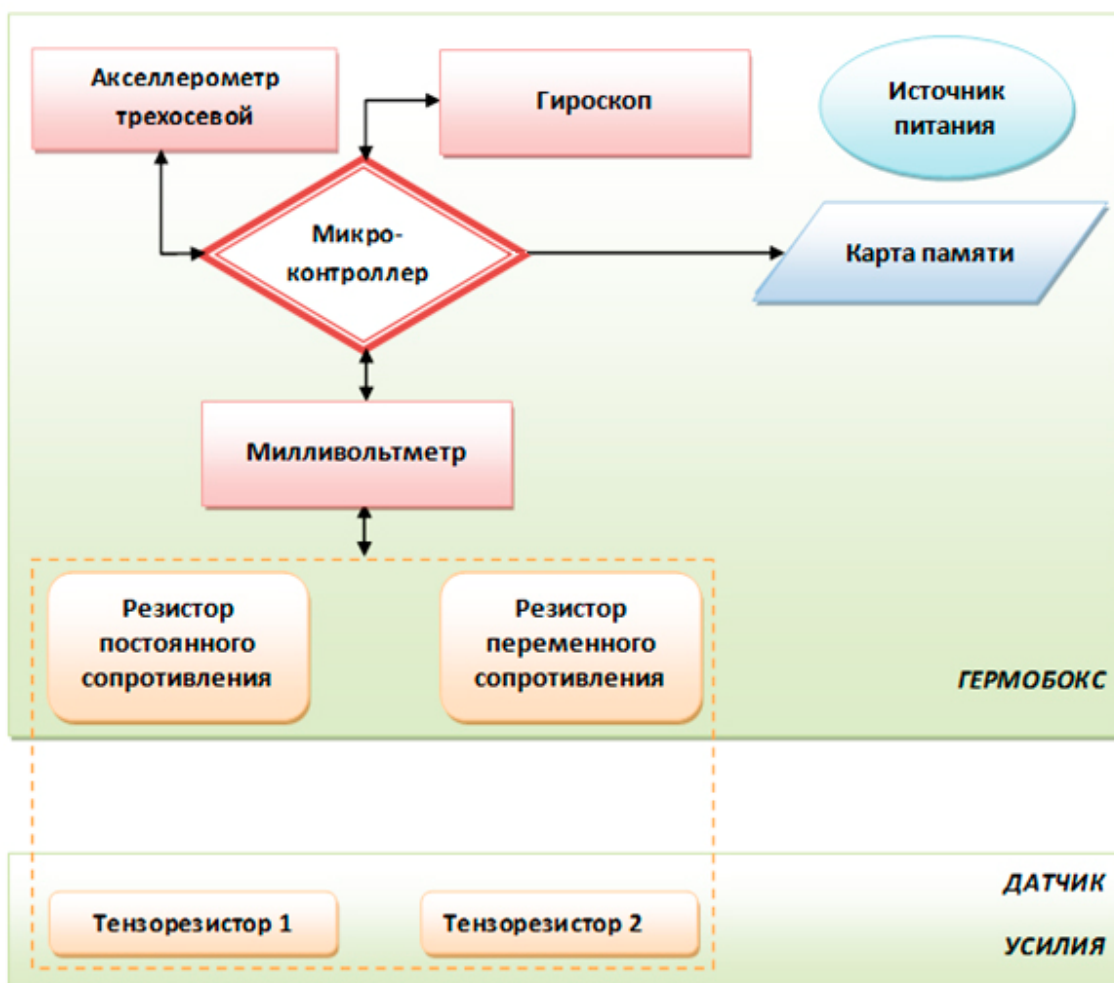


Рисунок 6 – Структурная схема электронного оборудования

Датчик усилия представляет собой два тензорезистора, наклеенных с противоположных сторон на упругий элемент (в качестве упругого элемента использована рессора от автомобиля «Москвич»). Канат закреплялся на рессоре в трех точках (в двух – с возможностью проскальзывания) по криволинейной траектории, так что при натяжении каната происходит деформирование рессоры, что приводит к

изменению сопротивления тензорезисторов. Последние вместе с резисторами постоянного и переменного сопротивления соединены в мостовую схему, причем тензорезисторы включены в смежные плечи для компенсации изменения сопротивлений при колебании температуры [5] и давления окружающей среды. С помощью резистора переменного сопротивления осуществляется регулирование величины начального разбаланса мостовой цепи. Резисторы постоянного и переменного сопротивлений размещены в гермобоксе. Сигнал от тензорезисторов к электронной аппаратуре передается через кабель-трос. Вывод проводов из гермобокса выполнен в виде штуцера, залитого внутри эпоксидной смолой.

Для защиты металлических поверхностей от агрессивного воздействия морской среды гермобокс был покрыт тремя слоями эмалевой краски с алюминиевым наполнителем. Датчик натяжения каната был покрыт защитным слоем силикона и помещен в резиновый кожух, изготовленный из мотоциклетной камеры. В болтовых соединениях были использованы детали из нержавеющей стали. Для деталей из черных металлов, которые не удалось заменить соответствующими деталями из коррозионностойких материалов, предусматривались такие же запасные. К таким деталям относятся шпильки из стали 40X и угольники из Ст3. Также предусмотрены запасные манжета и паронитовая прокладка.

Тарировка разработанного электронного оборудования проводилась в два этапа. Задачей первого этапа являлось установление влияния гидростатического давления на показания тензоизмерительного оборудования. Для этого гермобокс с электроникой, кабель-трос и датчик усилия натяжения каната помещались в гидростат, заполненный водой (рис. 7, а). Повышение давления в гидростате осуществлялось при помощи ручного высоконапорного поршневого насоса ступенями по 10 атм. от 1 до 250 атм. с выдержкой по 5 мин. на каждой ступени. После проведения испытаний было установлено, что изменение давления окружающей среды на показания тензоизмерительного оборудования в пределах указанного диапазона варьирования не влияет.

Целью второго этапа тарировки являлось градуирование показаний тензоизмерительного оборудования в соответствии с усилием натяжения каната, создаваемого путем его растяжения на механическом прессе (рис. 7, б). Растягивающая нагрузка на канат передавалась ступенями по 1000 Н от 0 до 7000 Н. По результатам серии испытаний была построена кривая зависимости напряжения разбаланса

мостовой цепи от усилия натяжения каната. Для полученной функции было выведено уравнение регрессии с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,997$. Максимальная погрешность измерений с использованием разработанного тензоизмерительного оборудования составляет 150 Н.



а

б

Рисунок 7 – Испытание и тарирование электроизмерительного оборудование в гидростате (а) и на механическом прессе (б)

Таким образом, технические характеристики разработанного оборудования следующие:

- 1) масса устройства в сборе – 20 кг;
- 2) габаритные размеры, мм:
 - гермобокса – 200x375x185;
 - датчика усилия натяжения каната – 350x50x50;
- 3) максимальная глубина погружения – 2500 м;
- 4) диапазон измеряемых усилий натяжения каната – до 7000 Н;
- 5) максимальная погрешность измерений усилия – 150 Н;
- 6) продолжительность автономной работы – до 3 ч (может быть увеличена при установке дополнительной батареи);
- 7) напряжение аккумуляторной батареи – 9В;
- 8) частота записи сигналов – 10 Гц (может быть изменена).

Разработанное устройство было успешно испытано на глубинах более 1800 м при проведении драгировочных работ в ходе морских экспедиционных исследований в Черном море на НИС «Профессор Водяницкий» (73-й рейс, 7-17 июня 2013 г.). Гермобокс при помощи болтовых соединений был надежно закреплен на задней стенке внутри скреперной драги объемом 0,3 м³. Датчик натяжения каната был установлен на стропе с использованием канатных зажимов. В результате проведенных исследований были получены новые сведения о кинематике скреперной драги во время драгирования, определено усилие натяжения каната при выполнении спуско-подъемных операций и при копании донных осадков. Эти данные позволили получить ценную информацию о рабочих процессах глубоководных грунтообрабатывающих машин в реальных условиях эксплуатации, а также выявить неблагоприятные режимы работы драгировочного оборудования НИС «Профессор Водяницкий», при которых возрастает риск преждевременного выхода из строя гибкого тягового органа и утери погружного оборудования.

Вывод. Предложенные в работе инженерные решения позволили создать автономное устройство для исследования кинематики и динамики глубоководных грунтообрабатывающих машин, которое было изготовлено и успешно испытано в ходе экспедиционных исследований в Черном море на НИС «Профессор Водяницкий».

ЛИТЕРАТУРА

1. Шнюков Е.Ф. Минеральные богатства Черного моря / Е.Ф. Шнюков, А.П. Зиборов. – Киев: «Карбон-ЛТД», 2004. – 290 с.
2. Проблема сапропелей Черного моря. – Киев: ОМГОР, 2010. – 148 с.
3. Газово-грязевой вулканизм Керченско-Таманского сектора Черного моря. – Киев: ОМГОР, 2011. – 136 с.
4. Марутов В.А. Гидроцилиндры: конструкции и расчет / В.А. Марутов, С.А. Павловский. – М.: Машиностроение, 1966. – 170 с.
5. Козлов И.А. Исследование прочности деталей машин при помощи тензодатчиков сопротивления / И.А. Козлов, В.Г. Баженов, В.В. Матвеев, В.М. Лещенко. – Киев: «Техника», 1967. – 205 с.

УДК 621.317.089.6: 629.3.032

МЕТРОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОБОТИ КОЛЕСА З ПНЕВМАТИЧНОЮ ШИНОЮ

М.М. Балака, асистент кафедри будівельних машин

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: balaka_maxim@ukr.net

Анотація. В роботі проаналізовано результати стендових випробувань окремого колеса з пневматичною шиною на опорній поверхні руху. Проведено метрологічне оцінювання одержаних результатів вимірювань з використанням методів теорії помилок.

Ключові слова: колесо з пневматичною шиною, експеримент, випробувальний стенд, результати вимірювань, метрологічне оцінювання.

METROLOGICAL ESTIMATION OF RESULTS EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE WHEEL WITH PNEUMATIC TIRE

M. Balaka, Assistant of Building Machinery Department

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: balka_maxim@ukr.net

Abstract. This paper analyzes the results of bench testing a single wheel with pneumatic tire on the bearing surface of movement. The metrological estimation of the measuring results using the methods of the errors theory.

Keywords: wheel with pneumatic tyre, experiment, test bench, measuring results, metrological estimation.

Вступ. Пневматичні шини для самохідних транспортно-технологічних засобів (автомобілів високої прохідності, землерийно-транспортних машин, тягачів тощо) є трудомісткою продукцією високої одиничної вартості. Від досконалості пневматичної шини як важливого конструктивного елемента ходового обладнання залежать експлуатаційні та техніко-економічні показники зазначеної техніки, тому надзвичайно важливо, щоб експлуатація шин здійснювалася в належних умовах [1]. Водночас, експериментальне дослідження процесів, які виникають під час роботи колеса з пневматичною шиною на опорній поверхні руху, ускладнено впливом багатьох факторів. Повністю врахувати їх вплив на досліджувані закономірності не представляється можливим, оскільки вони носять випадковий характер [2]. Тому метрологічне оцінювання одержаних результатів з використанням методів теорії помилок дозволить підвищити достовірність проводжуваного аналізу.

Мета роботи. Проаналізувати результати експериментальних досліджень роботи колеса з пневматичною шиною і оцінити похибки вимірювань.

Матеріал та результати досліджень. Для метрологічного оцінювання похибок параметрів, що одержані прямими або непрямыми методами вимірювань, проводиться попереднє тарування вимірювальної системи [3] стендових випробувань окремого колеса з пневматичною шиною (без урахування енергетичних витрат силової установки випробувального стенда).

Випробувальний стенд представляє собою систему з двох агрегатів (рис. 1): приводного агрегату 1, що забезпечує навантаження і привід колеса при випробуванні, та гальмівного агрегату 2 у вигляді гусеничного трактора типу Т-100МГБ від роторного екскаватора ЕР-7А, який обладнано розширеним гусеничним ходом і ходозменшувачем [2].

Встановлені на стенді датчики (рис. 1) дозволяють вимірювати та фіксувати за допомогою реєструвальної апаратури наступні основні параметри: крутний момент M_k , що підводиться до пневмоколісного рушія; силу тяги T ; радіальну Δ_p і тангенційну Δ_T деформації шини; кутову швидкість колеса ω_k ; кутову швидкість мірного колеса ω_{MK} ; час досліду t . На рис. 1, зокрема, позначено вертикальне навантаження на колесо P_z , лінійну швидкість колеса V_{KD} , радіус колеса r_k та радіус мірного колеса r_{MK} .

Оскільки на стендовому обладнанні досліджуються встановлені режими роботи пневмоколісного рушія, тому метрологічне оцінювання похибок здійснюється із врахуванням тільки статичних складових похибок вимірювальної системи. При цьому передбачається, що частотний діапазон вимірювальної системи та реєструвальної апаратури наперед перевищує максимальну частоту спектра вимірюваних параметрів, тобто величина динамічних похибок вимірювальної системи до розрахунку не приймається.

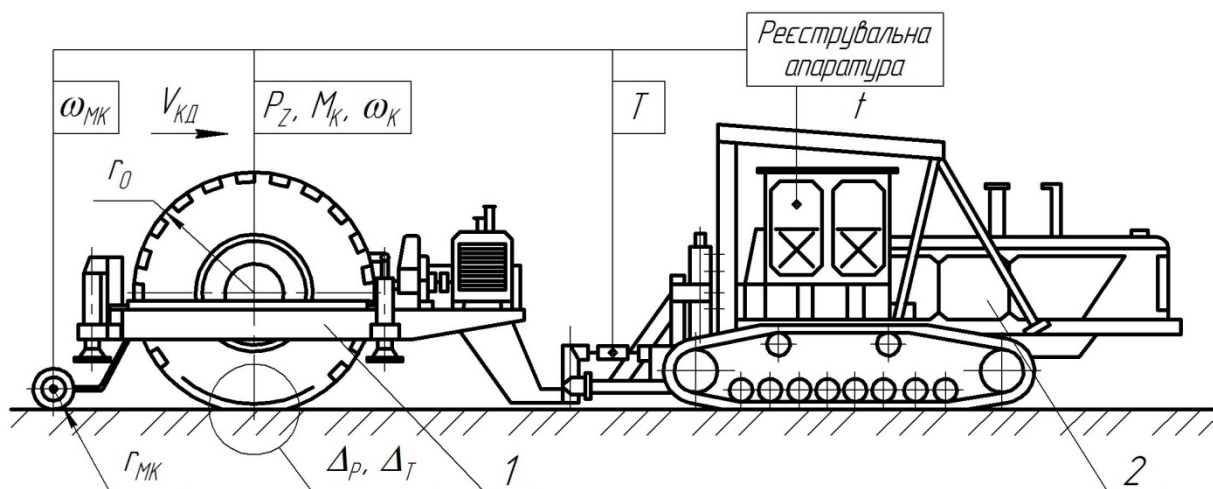


Рисунок 1 – Схема розміщення вимірювально-реєструвальної апаратури на випробувальному стенді: 1 – приводний агрегат; 2 – гальмівний агрегат

Статичну похибку вимірювань деякого параметра x можна представити у вигляді сукупності систематичної та випадкової складових [4, 5].

Систематична похибка виявляється при калібруванні вимірювального каналу та враховується в подальшому під час оброблення результатів. Випадкові складові похибок визначаються і нормуються методами теорії помилок у припущенні нормального закону розподілення щільності ймовірності їх появи [4], допустимість чого підтверджується дослідженнями [5, 6].

Існує декілька способів задавання основної похибки вимірювальної системи [6]. Враховуючи те, що аналіз одержаних результатів, в основному, здійснюється з використанням графічного представлення залежностей, тому використовується задавання основної похибки в формі відносної приведенної похибки вимірюваного параметру (ГОСТ 8.207-76). При цьому, в якості нормуючого, приймається максимальне значення градування вимірювального каналу.

Величина приведенної відносної похибки параметру $\delta(x)$ при прямому методі вимірювань визначається за виразом

$$\delta(x) = [\Delta/x_{max}] \cdot 100\%, \quad (1)$$

де Δ – очікуване значення похибки параметра x з надійністю α ; x_{max} – нормуюче значення.

Очікуване значення похибки Δ оцінюється шириною довірчого інтервалу середнього значення параметру x з надійністю α та визначається

$$\Delta = t_i S_x / \sqrt{n}, \quad (2)$$

де t_i – коефіцієнт Стюдента [4] для надійності (довірчої ймовірності) a ($p=1-\alpha$); S_x – вибіркове середньоквадратичне відхилення похибки параметру x ; n – число паралельних вимірювань параметру.

Результуючу величину похибки вимірювання параметру можна представити у вигляді суми трьох основних складових [5]: похибки тарування (градування) вимірювального каналу S_T ; похибки відліку S_B та похибки методики вимірювання, що проявляється у вигляді випадкових вимірювань (шумів) параметру, S_n . З урахуванням цього, величина S_x дорівнюватиме

$$S_x = \sqrt{S_T^2 + S_B^2 + S_n^2}, \quad (3)$$

де S_T^2 , S_B^2 , S_n^2 – вибірккові дисперсії похибок відповідно: тарування, відліку та самого параметру.

Вираз (3) записано в припущенні того, що між вхідними параметрами немає кореляційного зв'язку. Значення дисперсій S_T^2 , S_B^2 , S_n^2 , а також число паралельних вимірювань параметру n визначається за результатами попередніх випробувань з використанням методів теорії помилок [4, 6, 7].

Аналіз залежностей, що використовуються для одержання значень параметрів при непрямим вимірюванням, дозволить застосувати для визначення сумарної величини відносної похибки наступний вираз [6]

$$\delta(x) = \sqrt{\sum \delta_i^2(x)}, \quad (4)$$

де $\delta_i(x)$ – відносна похибка i -го параметру, що входить до розрахункової залежності визначення параметру x .

У табл. 1 наведено метрологічну характеристику похибок прямих вимірювань, а у табл. 2 – метрологічну характеристику похибок непрямих вимірювань параметрів (одержаних вимірюванням допоміжних параметрів, що пов'язані з основними відомими залежностями).

Таблиця 1 – Метрологічна характеристика похибок прямих вимірювань (для надійності $\alpha = 0,95$)

Найменування параметра	Значення, тах	Дисперсія			К-ть вимір.	Похибка, %	
		тарування	відліку	параметра		абсолют.	віднос.
Вертикальне навантаження P_Z , кН	150	–	0,02	1,51	5	2,54	1,7
Радіус колеса r_0 , мм	1300	–	0,45	2,40	5	3,47	0,3
Ширина профілю шини B_0 , мм	1000	–	0,45	2,40	5	3,47	0,3
Радіус мірного колеса $r_{МК}$, мм	280	–	0,45	87,0	10	9,61	3,5
Відмітки часу t , с	1,0	–	–	–	–	0,02	2,0
Радіальна деформація Δ_p , мм	220	11,0	0,69	83,4	5	20,1	9,1
Тангенційна деформація Δ_T , мм	100	4,10	0,19	37,0	5	13,2	13,2
Сила тяги T , кН	95	4,05	0,04	7,61	10	3,52	3,7

Закінчення таблиці 1

Найменування параметра	Значення, max	Дисперсія			К-ть вимір.	Похибка, %	
		тарування	відліку	параметра		абсолют.	віднос.
Крутний момент M_K , кН·м	105	5,13	0,15	3,54	10	3,05	2,9
Кутова швидкість колеса ω_K , с ⁻¹	1,0	–	0,42	1,9	5	3,13	3,1
Кутова швидкість мірного колеса ω_{MK} , с ⁻¹	3,0	–	0,42	14,9	10	4,02	1,3

 Таблиця 2 – Метрологічна характеристика похибок непрямих вимірювань (для надійності $\alpha = 0,95$)

Найменування параметра	Значення, max	Формула для визначення похибки	Похибка, %	
			абсолют.	віднос.
Радіус кочення колеса r_K , мм	1400	$\delta^2(r_{MK}) + \delta^2(\omega_K) + \delta^2(\omega_{MK})$	68,6	4,9
Силовий радіус колеса r_C , мм	1300	$\delta^2(r_0) + \delta^2(\Delta_p)$	119,6	9,2
Лінійна швидкість колеса V_{KD} , м/с	0,1	$\delta^2(r_{MK}) + \delta^2(\omega_{MK})$	0,004	3,7
Тягова потужність N_T , кВт	8,0	$\delta^2(T) + \delta^2(r_{MK}) + \delta^2(\omega_{MK})$	0,416	5,2
Тяговий ККД η_T	0,9	$\delta^2(T) + \delta^2(M_K) + \delta^2(\omega_K)$	0,060	6,7
Відносна сила тяги ψ	0,9	$\delta^2(P_z) + \delta^2(T)$	0,037	4,1

Аналіз даних, що наведено в табл. 1 і 2, показує достатньо високу точність вимірювань, одержаних в результаті проведення експериментальних досліджень. Приміром, максимальна величина відносної похибки вимірювань для тангенційної деформації пневматичної шини не перевищує 13,2%, а для більшої частини параметрів – 5%, що є цілком задовільним для випробувань пневмоколісного рушія в умовах, близьких до реальних [2, 6, 8].

Максимальна помилка у відліку показань при використанні в якості силівимірювального приладу динамометра розтягу ДОРМ-10 системи Токарева з індикатором годинникового типу під час стендових випробувань пневмоколісного рушія не перевищувала 0,5 поділки або 77,74 Н.

Довжина мірної ділянки та обмірювання пневматичних шин виконувалася за допомогою мірної рулетки, максимальна помилка при відліку якої не перевищувала 0,5 мм. Тиск повітря в шинах вимірювався взірцевим манометром з поділкою 0,002 МПа, при цьому максимальна помилка у відліку складала 0,5 поділки або 0,001 МПа.

Під час стендових випробувань колеса з пневматичною шиною, його параметри реєструються на екрані ПК типу notebook через АЦП і за допомогою спеціальної програми отримані числові дані передаються в пакети програм MathCad і Microsoft Excel для їхньої подальшої обробки. Подальша обробка результатів передбачає відсіювання промахів та апроксимацію одержаних залежностей методами теорії помилок і регресійного аналізу [4].

Висновки. Метрологічне оцінювання результатів експериментальних досліджень роботи колеса з пневматичною шиною здійснювалося із врахуванням тільки статичних складових похибок вимірювальної апаратури, оскільки на випробувальному стенді досліджувалися встановлені режими.

Аналіз метрологічних характеристик вимірювальної апаратури показав, що максимальна величина відносної приведенної похибки вимірювань більшої частини основних параметрів силової взаємодії колеса з пневматичною шиною в контакт з опорною поверхнею руху не перевищує 5%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Балака М. М. Тенденції розвитку колісних землерійно-транспортних машин / М. М. Балака // Наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів, 6 – 8 листопада. 2012 р. : тези доп. – К. : Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., 2012. – Ч. 1. – С. 83 – 84.
2. Експериментальні дослідження роботи колеса з пневматичною шиною на опорній поверхні, що деформується / М. М. Балака, Л. Є. Пелевін, Г. О. Аржаєв [та ін.] // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. – 2013. – № 1(8). – С. 132 – 139.
3. Пелевін Л. Є. Інформаційно-вимірювальне забезпечення стендових випробувань окремого колеса з пневматичною шиною / Л. Є. Пелевін, Г. О. Аржаєв, М. М. Балака // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – Київ, 2007. – № 70. – С. 65 – 71.
4. Болтян А. В. Теория инженерных исследований : учеб. пособие / А. В. Болтян, И. А. Горобец. – Севастополь : Вебер, 2001. – 140 с.
5. Тензометрия в машиностроении : справ. пособие / Макаров Р. А., Ренский А. Б., Боркунский Г. Х., Этингоф М. И. – М. : Машиностроение, 1975. – 287 с.
6. Василенко А. В. Методика расчета тяговых качеств колесного движителя с крупногабаритными пневматическими шинами землеройно-транспортных машин : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.04 / Василенко Андрей Владимирович. – Воронеж, 2000. – 244 с.
7. Завадский Ю. В. Планирование эксперимента в задачах автомобильного транспорта / Ю. В. Завадский. – М. : МАДИ, 1978. – 156 с.
8. Скорняков Е. С. Крупногабаритні шини автомобілів та тракторів : монографія / Е. С. Скорняков. – Дніпропетровськ : Пороги, 2000. – 264 с.

УДК 622.271

ЗАВИСИМОСТЬ ВРЕМЕНИ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССАКАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ ОТ УКЛОНОВ КАРЬЕРНЫХ АВТОДОРОГ

Т.П. Басс, ассистент кафедры высшей математики

Национальная металлургическая академия, Днепропетровск, Украина, e-mail:
BassKM@yandex.ru

К.М. Басс, к.т.н., доцент, заведующий кафедры Автомобилей и автомобильного хозяйства

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
Днепропетровск, Украина, e-mail: BassKM@yandex.ru

В.В. Кривда, аспирант кафедры Автомобилей и автомобильного хозяйства

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
Днепропетровск, Украина, e-mail: vitaliy.krivda@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены исследования производительности карьерного автосамосвала на базе расчета и определения оптимальных уклонов карьерных автодорог по времени транспортирования горной массы.

Ключевые слова. Автосамосвал, уклон карьерной дороги, скорость движения.

THE TIME DEPENDENCE OF TRANSPORT PROCESS MINE DUMP ON THE SLOPE ROAD PIT

T.P. Bass, Assistant of Higher Mathematics Department

National Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail:
BassKM@yandex.ru

K.M. Bass, Ph.D., Associate Professor, Head of Automobiles and automobile economy Department

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: BassKM@yandex.ru

V. Krivda, Postgraduate, Automobiles and automobile economy Department

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: vitaliy.krivda@yandex.ru

Abstract. Analysis of the total study time traffic dump trucks the empty and cargo station as well as speed the process based on the method performance studies determining optimal career dump slopes career road time rock mass transportation.

Keywords: Dump truck, slope of career road speed.

Введение. Производительность карьерного автосамосвала – одна из основных характеристик карьерного автотранспорта, определяющая многие технические и технико-экономические показатели, в конечном итоге – затраты на транспортирование горной массы.

Цель. Как правило, целью совершенствования и разработки новых горнотранспортных средств является повышение производительности при транспортировании горной массы. Вместе с тем следует проанализировать с возможностью перехода на повышенный уклон автодороги, что обусловлено применением механизма изменения положения центра масс и межосевого расстояния (МЦМ) [3], позволяющего изменять центр масс и межосевое расстояние карьерной автомобильной техники, сохраняя при этом тяговые свойства электродвигателей.

Исследования показали, что при наличии возможности изменения межосевого расстояния (базы автосамосвала рис. 1), применив механизм для изменения положения центра масс и межосевого расстояния (МЦМ), происходит значительное уменьшение необходимой силы тяги при движении по дороге с продольным уклоном 7%, о чем свидетельствуют результаты, представленные на рис. 2 [3].

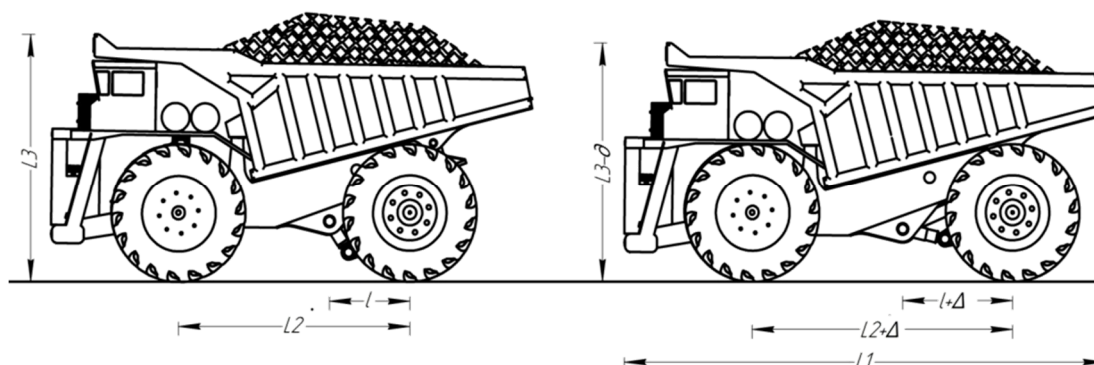


Рисунок.1 – Карьерный автосамосвал с обычным и измененным межосевым расстоянием

Сохранение тяговых характеристик электродвигателей автосамосвалов с МЦМ дает возможность увеличить продольный уклон автомобильной дороги.

Поскольку вся совокупность горнотехнических условий в случае применения автосамосвала с МЦМ делится на две области, определяющие два основных режима работы автосамосвала (с полным применением МЦМ, без него), для каждого режима работы автосамосвала с МЦМ определена возможность перехода на повышенный уклон дороги при необходимой среднетехнической скорости.

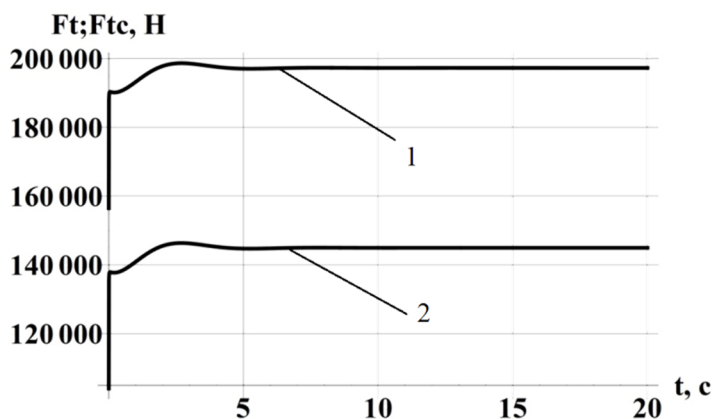


Рисунок 2 – Сила тяги всей системы, приложенная к ведущим колесам по дороге с продольным углом наклона $i = 7\%$: 1 – с обычной базой (межосевое расстояние $L=5,3\text{м}$); 2 – с измененной базой (межосевым расстоянием $L=5,96\text{м}$).

Основой для расчета производительности карьерных автосамосвалов является определение оптимальных уклонов карьерных автодорог по времени транспортного процесса.

Суммарное время движения автосамосвалом в грузовом и порожнем направлении при работе на подъем горной массы на 1 м составит (T , с) [2]

$$T = T_{\Gamma} + T_{\Pi}$$

где T_{Γ} – время движения груженого автосамосвала по уклону, с;

T_{Π} – время движения порожнего автосамосвала на спуск, с.

Длина транспортирования (L , м) при подъеме горной массы на 1 м составит [1]

$$L = 1/i.$$

Тогда T_{Γ} :

$$T_{\Gamma} = \frac{3,6L}{v_{\Gamma}} = \frac{3,6(G_a + k_{\Gamma} G) \left(\frac{\omega_0}{i} + 1\right)}{0,367 N_{\text{д}} k_N \eta_a},$$

где $N_{\text{д}}$ – мощность двигателя, кВт;

k_N – коэффициент использования мощности двигателя;

v_{Γ} – скорость движения, км/ч.

Время движения порожнего автосамосвала на спуск:

$$T_{\Pi} = \frac{3,6L}{v_{\Pi}} = \frac{3,6}{v_{\Pi} \cdot i},$$

v_{Π} – скорость порожнего автосамосвала на спуске с уклоном i , км/ч.

Тогда суммарное время транспортирования горной массы

$$T = \frac{3,6(G_a + k_{\Gamma} G) \left(\frac{\omega_0}{i} + 1\right)}{0,367 N_{\text{д}} k_N \eta_a} + \frac{3,6}{v_{\Pi} \cdot i}.$$

Время транспортирования горной массы при работе на подъем и спуск на высоту 1 м составит (T , с)

$$T = \frac{3,6 G_a \left(\frac{\omega_0}{i} + 1\right)}{0,367 N_d k_N \eta_a} + \frac{3,6}{v_r \cdot i}$$

v_r – скорость движения груженных автосамосвалов на спуске с уклоном i , км/ч.

Результаты исследований зависимостей времени движения автосамосвала БелАЗ-7512 (120 т) в грузовом и порожняковом направлениях при подъеме (спуске) горной массы на 1 м, представлены на рис. 3, 4.

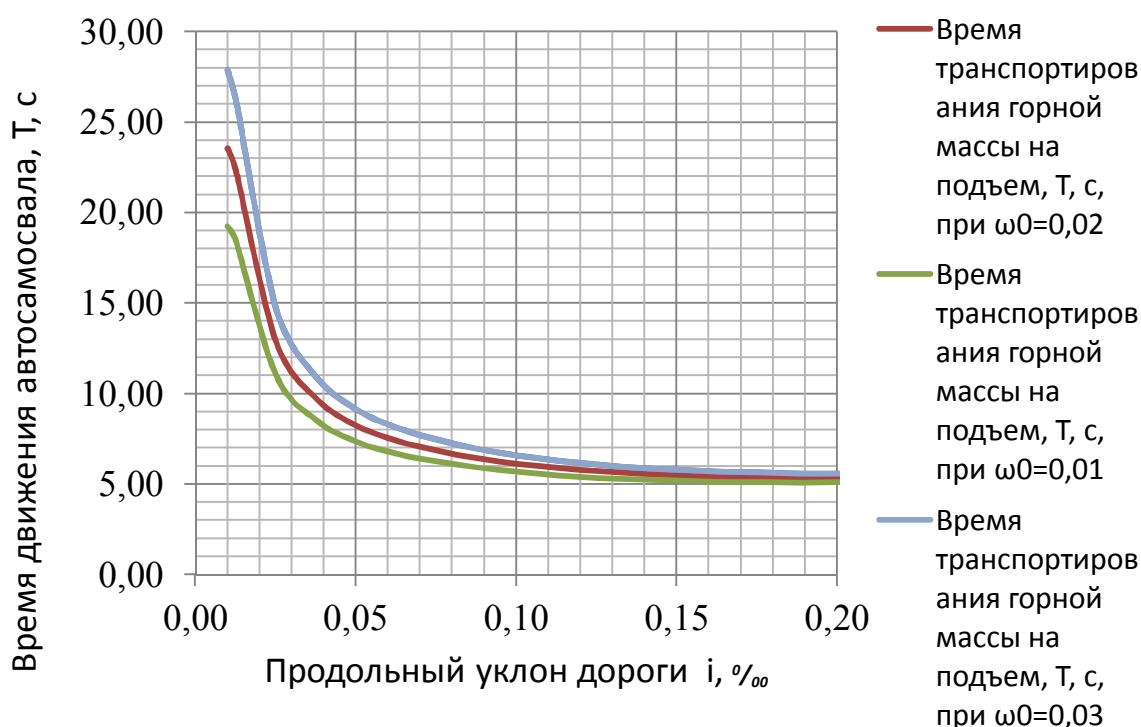


Рисунок 3 – Зависимость времени движения автосамосвала БелАЗ-7512 (120 т) в грузовом и порожняковом направлениях при подъеме (спуске) горной массы на 1 м, при работе на подъем горной массы;

Скорости движения груженных и порожних автосамосвалов в тормозном режиме (v_r , v_{II}) определяются условиями безопасности и зависят от уклона и коэффициента сопротивления качению. Путем обработки тормозных характеристик автосамосвалов БелАЗ получены регрессионные зависимости следующего вида [1]:

$$v_{II} = A (i - \omega_0)^C$$

$$v_r = e^{B+C(i-\omega_0)}$$

A, B, C, D – эмпирические коэффициенты (табл.1)

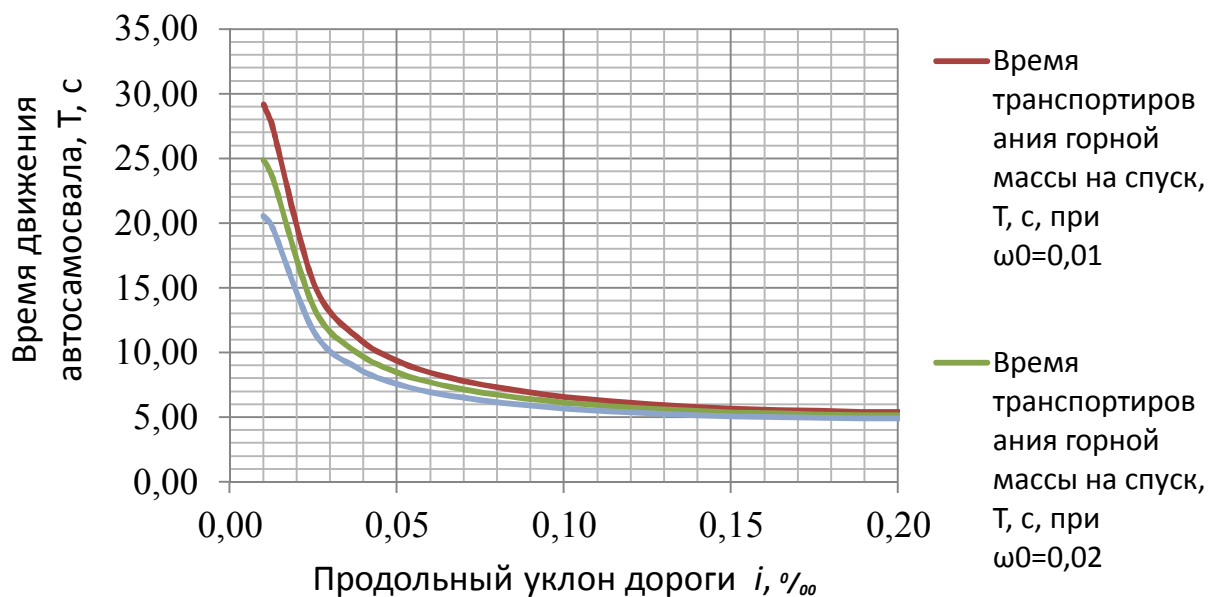


Рисунок 4 – Зависимость времени движения автосамосвала БелАЗ-7512 (120 т) в грузовом и порожняковом направлениях при подъеме (спуске) горной массы на 1 м, при работе на спуск горной массы

Таблица 1 – Эмпирические коэффициенты для определения скоростей движения автосамосвалов в тормозном режиме

Модель и грузоподъемность автосамосвала	Эмпирические коэффициенты			
	A	B	C	D
БелАЗ-75491 (80 т)	15,58	4,2 3	-0,51	-8,279
БелАЗ-7514 (120 т)	7,723	4,2 2	-0,62	-7,38
БелАЗ-7513 (130 т)	37,15	4,1 8	-0,05	-10,75

При сравнении расчетных данных по скоростям движения сходимость результатов составляет 95% [4, 5].

При движении груженых автосамосвалов под уклон сила сопротивления становится отрицательной, что означает увеличение ускорения автосамосвала. Отсюда следует, что на спуск необходимо держать постоянную скорость на протяжении всего спуска, необходимо установить приемлемую скорость на дороге с продольным уклоном, эксплуатационную и выше, характеризуюсь должной безопасностью движения под уклон и реакцией водителя [1].

$$v_{Г1} = v_B - t_3 a,$$

где $v_{Г1}$ – скорость груженого автосамосвала на спуске, км/ч;

v_B – безопасная скорость на спуске, км/ч ($v_B = 28 \div 32$ км/ч);

t_3 – время запаздывания (реакция водителя), $t_3 = 0,28 \div 1,5$ с;

a – ускорение автосамосвала при движении под уклон, км/ч·с

$$a = 3,6g k_{ИНЕР} (i - \omega_0),$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²;

$k_{ИНЕР}$ – коэффициент инерции ($k_{ИНЕР} = 1,4$).

Результаты исследований скорости движения груженого автосамосвала на подъем (спуск) представлены на рис. 5.

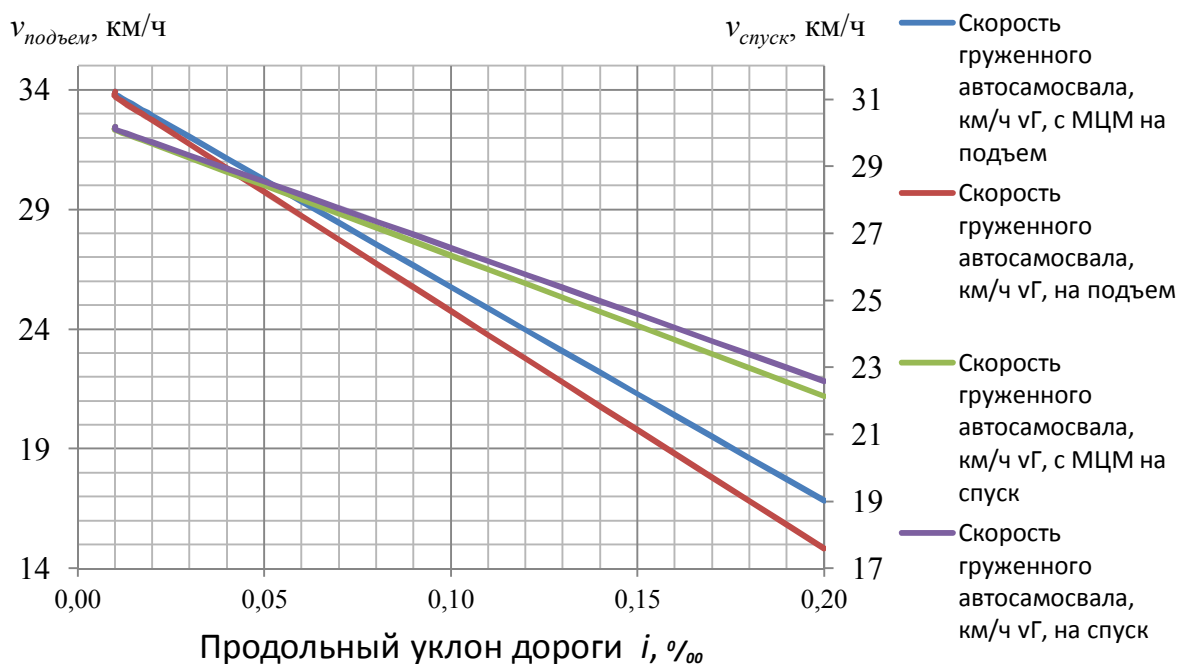


Рисунок 5– Скорость движения автосамосвала БелАЗ-7512 (120 т) на спуск и подъем с применением МЦМ

Значения оптимальных уклонов по времени движения находятся в пределах 10-14 % для автосамосвалов с электромеханической трансмиссией (ЭМТ). Оптимальные уклоны по времени движения (производительности) на 18-20 % превышают значения оптимальных уклонов критерию удельных энергозатрат.

Принцип наименьшего действия относится к интегральным вариационным принципам механики, согласно которым из всех возможных движений механической системы истинным является то, для которого некоторая физическая величина, называемая действием, имеет за время перемещения системы экстремум, обычно минимум.

Выводы. Для оптимизации уклонов автодорог на нагорно-глубинных карьерах обосновано использование следующих физических критериев:

- величина удельных затрат энергии на подъем (спуск) 1 т горной массы на 1 м (г/т·м);
- суммарное время движения по уклону в грузовом и порожняковом направлениях при подъеме (спуске) горной массы на 1 м (с);
- удельные действие - комплексный критерий, представляющий собой произведение удельных затрат энергии на подъем (спуск) горной массы автосамосвалами на 1 м, и времени подъема (спуска) горной массы на 1 м (г·с/т·м).

На основании исследований установлено:

1. Зависимости удельных затрат энергии автосамосвалами с различным типом трансмиссии (с МЦМ и без МЦМ) от уклона автодорог имеют экстремальный характер, что определяется изменением коэффициентов полезного действия трансмиссии (η_d), удельного расхода топлива при номинальной нагрузке двигателя (g_H) и скоростей движения (v_H, v_G) от суммарного сопротивления движению (ω_0+i). Оптимальные значения уклонов автодорог для автосамосвалов с ЭМТ по критерию энергозатрат составляют от 8 до 12 % в зависимости от качества дорожного покрытия.

2. Зависимости изменения удельного расхода топлива от уклона для автосамосвалов с гидромеханической трансмиссией имеют менее выраженный экстремальный характер, а оптимальные уклоны по энергетическому критерию на 15-20 % выше, чем у автосамосвалов с ЭМТ. Это преимущество в наибольшей степени проявляется в глубоких карьерах при работе автосамосвалов в качестве магистрального транспорта.

3. Оптимальные уклоны по времени движения (производительности) на 18-20 % превышают оптимальные значения уклонов по критерию удельных энергозатрат. При работе автосамосвалов на спуск горной массы оптимальные уклоны по критериям энергозатрат и удельного действия находятся в зоне технических ограничений, скорость и время транспортирования горной массы карьерным автосамосвалом представлены в табл. 2.

4. Комплексный критерий «удельное действие», связывающий удельную энергоемкость автотранспорта с производительностью, может использоваться для оптимизации удельной мощности автосамосвалов, к.п.д. трансмиссии и других конструктивных параметров.

5. Оптимальный уклон по физическим критериям следует рассматривать как частный оптимум и нижний предел уклона, который рекомендуется принимать при проектировании транспортных систем нагорно-глубинных карьеров. Окончательное решение по руководящим уклонам следует принимать на основе экономических критериев, учитывающих влияние уклона на технологические параметры горных работ.

Таблица 2 – Скорость и время транспортирования горной массы карьерным автосамосвалом

Уклон автодороги, 0/00	Повышенный уклон автодороги, 0/00	Скорость груженого автосамосвала, км/ч v_r , с МЦМ на подъем	Скорость груз. автосамосвала, км/ч v_r , на подъем	Скорость груз. автосамосвала, км/ч v_r , с МЦМ на спуск	Скорость груз. автосамосвала, км/ч v_r , на спуск	Ускорение a , м/с ²	Время транспортирования горной массы на подъем, Т, с, при $\omega_0=0,03$	Время транспортирования горной массы на подъем, Т, с, при $\omega_0=0,02$	Время транспортирования горной массы на подъем, Т, с, при $\omega_0=0,01$	Время транспортирования горной массы на спуск, Т, с, при $\omega_0=0,03$	Время транспортирования горной массы на спуск, Т, с, при $\omega_0=0,02$	Время транспортирования горной массы на спуск, Т, с, при $\omega_0=0,01$
0,20	0,25	16,84	14,84	22,15	22,59	8,93	5,64	5,44	5,24	5,37	5,17	4,97
0,19	0,24	17,73	15,83	22,57	22,99	8,42	5,61	5,40	5,20	5,36	5,16	4,95
0,18	0,23	18,62	16,82	22,99	23,39	7,92	5,59	5,37	5,16	5,37	5,15	4,94
0,17	0,21	19,51	17,81	23,41	23,79	7,41	5,58	5,35	5,13	5,38	5,16	4,93
0,16	0,20	20,40	18,80	23,83	24,19	6,90	5,58	5,34	5,11	5,41	5,17	4,93
0,15	0,19	21,30	19,79	24,25	24,59	6,39	5,60	5,35	5,10	5,45	5,20	4,95
0,14	0,18	22,19	20,78	24,67	24,99	5,89	5,63	5,37	5,11	5,50	5,24	4,98
0,13	0,16	23,08	21,78	25,09	25,39	5,38	5,69	5,41	5,13	5,58	5,30	5,02
0,12	0,15	23,98	22,77	25,51	25,78	4,87	5,78	5,48	5,18	5,69	5,39	5,09
0,11	0,14	24,87	23,76	25,93	26,18	4,37	5,90	5,57	5,25	5,84	5,51	5,18
0,10	0,13	25,76	24,76	26,34	26,57	3,86	6,07	5,71	5,35	6,02	5,67	5,31
0,09	0,11	26,66	25,75	26,76	26,97	3,35	6,29	5,89	5,49	6,27	5,87	5,47
0,08	0,10	27,55	26,75	27,18	27,36	2,85	6,57	6,12	5,67	6,58	6,14	5,69
0,07	0,09	28,45	27,74	27,60	27,76	2,34	6,94	6,43	5,92	6,99	6,47	5,96
0,06	0,08	29,35	28,74	28,01	28,15	1,83	7,44	6,84	6,24	7,53	6,93	6,33

ЛИТЕРАТУРА

1. Ворошилов Г.А. Обоснование оптимальных уклонов автодорог при разработке нагорно-глубинных карьеров [Текст]: дис. ... канд. техн.наук / Горшков Э. В. - Свердловск, 1984. - 212 с.
2. Журавлев А.Г. Обоснование параметров транспортирования горной массы карьерными автосамосвалами с энергосиловой установкой [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Журавлев, А.Г.- Екатеринбург: РАН УИГД, 2007.-176 с.
3. Кривда В.В. Обоснование эксплуатационно-технологических параметров карьерных автосамосвалов /Кривда В.В. // Сборник научных трудовНМетАУ «Системнітехнології». Днепропетровск, 2013.–№ 4.–87–С.56–62.
4. Коллинс Дж. Проектирование, строительство и эксплуатация карьерных автомобильных дорог. [Текст] / Дж. Коллинс, К. Фитас, Рей К. Сингал // Международныйжурн. по открытым горным работам. - 1992. - № 1. — С. 45-54.
5. Лель Ю. И. Методы расчета параметров устойчивой работы автотранспорта глубоких карьеров [Текст]: дис. ... докт. техн. наук/ Лель Юрий Иванович. — Екатеринбург, 1999.-297 с.

УДК 656.073:622.611

ЭКСПЕРТНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССАМИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУЗОВ В УСЛОВИЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

И.В. Козина, кандидат технических наук, доцент кафедры управления на транспорте Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: kaksejchas_inna@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты использования метода анализа иерархий и экспертного анализа ситуаций в условиях неопределенности. Предложена высокоинформативная система управления процессами доставки грузов в условиях угольных шахт. Рассмотрен вопрос выбора экспертов.

Ключевые слова: транспортирование вспомогательных грузопотоков, управление процессами транспортирования в шахтах, обслуживание горизонтов угольных шахт.

EXPERT ANALYSIS FOR CONTROL BY PROCESSES OF AUXILIARY TRANSPORT UNDER CONDITIONS OF COAL MINES

I. Kozina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Transportation Management Department State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: kaksejchas_inna@mail.ru

Abstract. The results of the use of hierarchies analysis method and a detailed expert analysis of situations under conditions of uncertainty are presented. A highly informative

process control system of cargo delivery in coal mines based on expert analysis is offered. The question of the experts selection is considered.

Keywords: auxiliary transport of coal mines, materials controlling, maintenance coal mines levels.

Введение. Затраты при транспортировании грузов в забои угольных шахт являются одним из показателей экономической эффективности предприятия. Для снижения данного вида затрат в шахтных условиях, а следовательно, и для снижения затрат шахты в целом необходимо рационализировать процессы доставки грузов в угольных шахтах в условиях стабильности или изменения как внешних факторов (окружающей среды), так и условий производства.

Цель работы. Применение экспертного анализа является одним из вариантов усовершенствования процессов транспортирования в шахтных условиях. Только эксперт может принимать решения при выборе очередности обслуживания горизонтов угольных шахт и доставки грузов, принимая во внимание специфические особенности исследуемого объекта.

Материал и результаты исследований. Необходимо учитывать и то, что процесс транспортирования грузов в шахтных условиях выполняется с постоянным смещением места выполнения основных производственных операций [1]. Таким образом, при каждом поступлении заявок на диспетчерский пункт необходимо выполнять расчет модели очередности обслуживания горизонтов.

В [2] предложена математическая модель выбора очередности обслуживания горизонтов угольных шахт для доставки вспомогательных материалов и оборудования с использованием экспертного анализа. На основе метода анализа иерархий угольная шахта представлена в виде иерархической структуры (рис.1).

Последовательность обслуживания горизонтов представлена в таблице 1 – расчет глобальных приоритетов: в первую очередь выполняется доставка материалов на горизонт Γ_3 (ГП = 0,49), затем на горизонт Γ_1 (ГП = 0,42), и в последнюю очередь – на горизонт Γ_2 (ГП = 0,08).

Одним из наиболее непростых вопросов в экспертных исследованиях является вопрос выбора экспертов и оптимизация их работы. В качестве экспертов для решения задачи могут принимать участие не только диспетчер шахты, а и заместитель директора по производству, главный технолог, главный инженер и др. Для получения адекватного решения необходимо использовать квалифицированных экспертов.



Рисунок 1 – Иерархическая структура транспортной модели шахты

Таблица 1 – Результаты вычисления приоритетов шахтных грузопотоков

Альтернатива	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	Расчет глобальных приоритетов	Преимущество при выборе варианта
Γ_1	0,59	0,55	0,88	0,73	0,15	0,24	0,42	2
Γ_2	0,09	0,08	0,03	0,08	0,09	0,08	0,08	3
Γ_3	0,32	0,36	0,08	0,19	0,74	0,66	0,49	1

На сегодняшний день рекомендуется применение методов самооценки и взаимооценки компетентности экспертов [3]. Метод самооценки заключается в следующем: эксперту необходимо самому предоставить информацию о своей компетентности и в каких областях он компетентен. При методе взаимооценки необходима информация о возможностях друг друга.

Вывод. Сопоставляя результаты расчетов с результатами экспертного анализа, необходимо отметить их приемлемую согласованность (до 5%) в некоторых случаях и полное совпадении в других. Таким образом, в шахт-

ных условиях метод анализа иерархий является наиболее рациональным при построении математических моделей выполнения процесса обоснованного выбора. Учитывая сложность решаемых задач, эксперты также применяют и логический анализ поставленной проблемы, используя при этом комплексные методики анализа и прогнозирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козина И.В. Совершенствование системы управления процессов доставки грузов для угольных шахт в условиях неопределенности / И.В. Козина // Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ – ОДЕСА -2013), 25 – 28 вересня 2013 р.: тези доп. – Одеса. – С. 95 – 97.

2. Козина И.В. Математическое моделирование процессов функционирования вспомогательного транспорта шахт: дис...канд. техн. наук: 01.05.02; защищена 26.12.12; утв. 25.04.13/ И.В. Козина– Днепропетровск: НМетАУ, 2012. – 155 с.

2. Теория принятия решений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.aup.ru/books/m157/3_4_1.htm.

УДК 656.025.2

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ PTV VISION VISSIM

В.В. Литвин, старший преподаватель кафедры управления на транспорте Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: piligrimm_2007@mail.ru

А.Н. Мирошниченко, студент группы ТТмм-10-1 Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: anastasiya.miroshnichenko.90@mail.ru

Аннотация. Работа направлена на изучение и применение возможностей программного обеспечения PTV Vision VISSIM, которое позволяет осуществлять планирование и организацию движения улично-дорожной сети. Смоделирован действующий перекресток с целью анализа движения транспортных средств и пешеходов, прогнозирования возникновения заторов, организации рациональных графиков движения общественного транспорта и решения многих других задач, позволяющих создавать на сети улиц достаточно быстрое, безопасное, и удобное движение транспортных средств и пешеходов.

Ключевые слова: имитационная модель, транспортная сеть, дорожное движение, анализ, прогнозирование.

SIMULATION MODELING OF TRAFFIC STREAMS WITH THE HELP OF PTV VISION VISSIM SOFTWARE

V.V. Lytvyn, Senior teacher Department of Transport Management
State Higher Educational Institution "National Mining University ", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: piligrimm_2007@mail.ru

A.N. Myroshnichenko, Student of group TTmm-10-1
State Higher Educational Institution "National Mining University ", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: anastasiya.miroshnichenko.90@mail.ru

Abstract. The work is directed at studying and using of possibilities of PTV Vision VISSIM soft which allows realizing of planning and organizing of the road network traffic. An acting roadcrossing is simulated with the purpose of the analysis of the flow of traffic and people, forecasting of the traffic jam appearance, organizing of rational diagrams of the public conveyances traffic and solving of many other problems that allow to create quick, safe and comfortable enough flow of traffic and people.

Keywords: a simulation model, a transport network, road traffic, analysis, forecasting.

Введение. Дорожное движение – сложная динамическая система взаимодействия транспортных и пешеходных потоков. Сложность управления такой системой заключается в необходимости обеспечения бесконфликтного существования всех участников дорожного движения в ограниченном пространстве. Рост количества индивидуального транспорта и объемов перевозок приводит к повышению интенсивности движения. А это в свою очередь приводит к тому, что в городах, основные элементы улично-дорожной сети которых были построены еще в середине прошлого века, возникают проблемы организации дорожного движения. Увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и пробки, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышению износа узлов и агрегатов транспортных средств. В связи с этим возникает острая необходимость кардинально пересмотреть подход к проектированию улично-дорожной сети, поддержать внедрение интеллектуальных систем транспортного моделирования и других современных методов планирования дорожного движения.

Цель работы. Современный инженерный подход к планированию и анализу невозможно представить без инструмента имитации, а особенно, если речь идет о планировании движения. На сегодняшний день в развитых странах Европейского Союза актуальным является планирование и организация движения улично-дорожной сети с помощью программного обеспечения PTV Vision VISSIM, который представляет собой микроскопическую модель имитации движения транспорта в населенных пунктах и

вне их, что базируется на шаге времени и на поведении водителя и пешеходов. Однако, для Украины, в частности, для г. Днепропетровска, использование этого программного продукта пока остаётся новшеством. Поэтому целью работы является изучение и применение возможностей VISSIM на примере модели существующей дорожно-транспортной сети.

Материал и результаты исследований. Транспортные системы относятся к классу сложных систем, характеризующихся большим количеством элементов и разнообразием связей между ними. Эффективное управление таким объектом на основе непосредственного наблюдения его функционирования с учетом всей информации, которую теоретически возможно получить, – задача довольно высокой степени сложности. Поэтому наиболее адекватным средством описания и прогнозирования поведения такого объекта представляется моделирование, суть которого заключается в замене реального объекта управления его упрощенной копией, то есть, моделью. В качестве модели может выступать любой объект, с достаточной для целей пользователя точностью воспроизводящий свойства реальной системы. Например, программное обеспечение PTV Vision VISSIM позволяет создавать имитационную модель участка транспортной сети, то есть визуальное отображение процессов моделирования и анализа, выполняемых данным программным продуктом. Такая модель реализуется в виде решения систем уравнений, которое определяет, каким образом будут взаимодействовать между собой все участники дорожного движения. Поэтому VISSIM является мощным инструментом моделирования, позволяющим имитировать транспортное движение на основе разметки отрезков, состава транспортного потока, регулирования с помощью светосигнальных устройств. С помощью этого программного обеспечения может моделироваться как индивидуальный транспорт, так и городской и пригородный электрический и автобусный пассажирский транспорт. Соответствующим образом моделируется также движение пешеходов – исключительно или в комбинации с индивидуальным и/или общественным транспортом. Также представляется возможным моделировать движение транспортных средств и пешеходов на специализированных объектах, таких как парковки, аэропорты, стадионы, торговые центры. Существует широкий спектр задач, решаемых с помощью программного обеспечения VISSIM:

- 1) построение транспортной сети любой сложности с учетом индивидуальных и скоростных особенностей дорог и улиц;
- 2) моделирование регулируемых и нерегулируемых пересечений;
- 3) выбор оптимальной схемы организации движения на перекрестке;
- 4) оценка пропускной способности для каждого варианта движения;
- 5) моделирование и оптимизация работы светосигнальных устройств;

- 6) прогнозирование возникновения заторов;
- 7) моделирование и анализ пешеходного движения;
- 8) широкий спектр анализа: для отрезков, транспортных средств, пешеходов, светосигнальных устройств, маршрутов общественного транспорта, перекрёстка в целом;
- 9) создание презентационных материалов в виде видеороликов.

Для того, чтобы более подробно изучить и применить возможности программного продукта VISSIM, было принято решение в качестве объекта исследования выбрать один из центральных перекрёстков г. Днепропетровска – пересечение пр. Карла Маркса и ул. Олеся Гончара. На пр. Карла Маркса организовано двухстороннее движение, в прямом направлении – трехполосное, в обратном – двухполосное. На ул. Олеся Гончара – двухполосное одностороннее движение. Транспортное движение на перекрестке включает в себя, кроме индивидуального транспорта, городской общественный транспорт. Организованы наземные пешеходные переходы. Также данный перекресток оборудован светосигнальными устройствами.

Для создания и последующего анализа модели выбранного перекрёстка был разработан алгоритм, который также может быть использован для построения других сетей в VISSIM (рисунок 1).



Рисунок 1 – Алгоритм создания модели перекрестка

Итак, первым этапом является задание параметров имитации, которая представляет собой визуальное отображение процессов моделирования и анализа, выполняемых в VISSIM. Запустить имитацию – означает запустить решение систем уравнений, которое определяет, каким образом будут взаимодействовать между собой все участники дорожного движения. На данном этапе представляется возможным определять, как часто заново рассчитываются позиции транспортных средств за одну секунду имитации, а также скорость имитации по отношению к реальному времени.

Для создания детальной модели сети VISSIM необходимо использовать строго масштабируемую карту в качестве растровой основы. Она предназначен для корректного размещения отрезков или других графических объектов. Главным действием здесь выступает масштабирование растровой основы, поскольку чем точнее оно будет произведено, тем точнее будет и моделирование (рисунок 2). Таким образом, после загрузки растровой основы сеть подготовлена к вводу базовых данных.

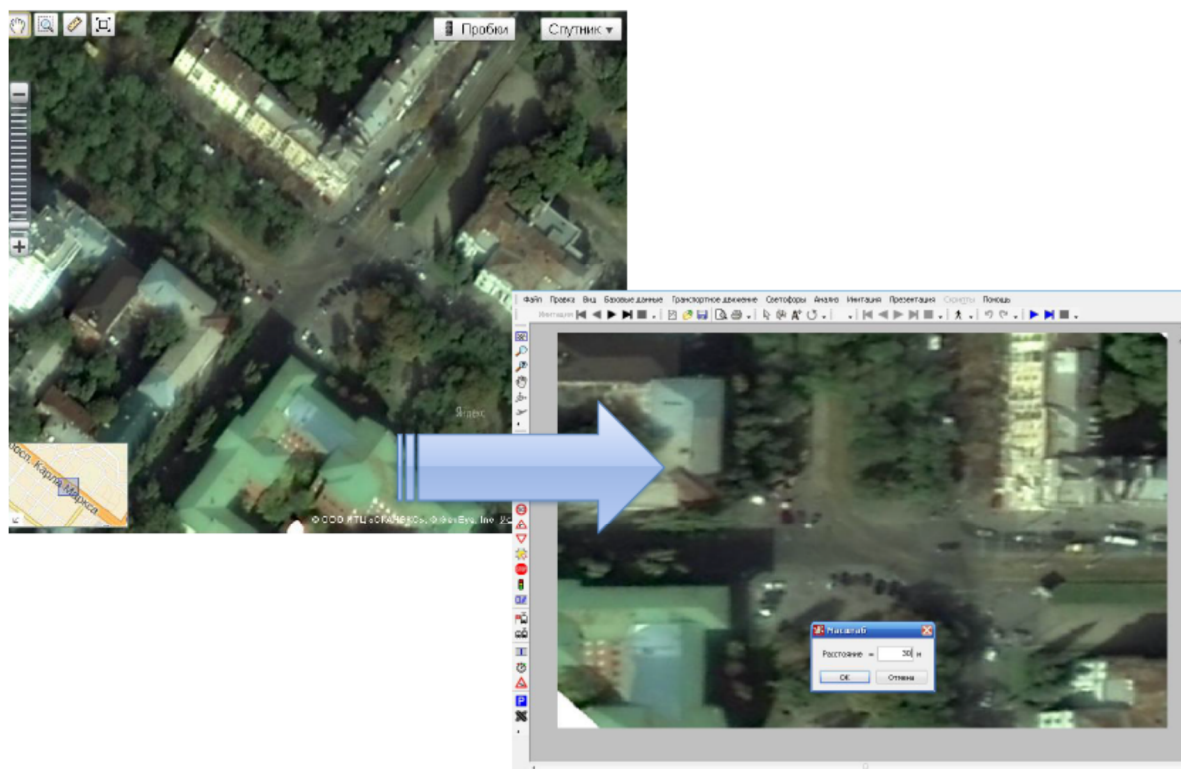


Рисунок 2 – Введение и масштабирование растровой основы

Под базовыми данными подразумеваются следующие параметры:

1) тип изображений – это параметры изображений отрезков и основных конструктивных элементов модели, которые представляют собой графическое отображение и не влияют на ход имитации;

2) манера езды – параметры, которые описывают манеру езды водителей и их поведение при движении за впереди идущим автомобилем, при смене полосы, боковое поведение, реакцию на смену сигналов светофора;

3) типы манеры езды отрезков – некоторые предварительно заданные типы манеры езды, позволяющие присвоить каждому из классов транспортных средств свой тип манеры езды на указанном отрезке.

После того, как отмасштабирован план перекрёстка и заданы базовые параметры, следует определить отрезки для создания модели перекрёстка. Отрезок является основным элементом дорожно-транспортной сети VISSIM и представлен одной или несколькими полосами движения. Отрезки задаются не только для осуществления транспортного движения, но и в качестве пешеходных переходов. Однако недостаточно ввести лишь основные отрезки для того, чтобы транспортные средства смогли осуществить движение. Между ними нужно вставить соединяющие отрезки, которые обеспечивают переход транспортного потока от одного отрезка к другому и позволяют моделировать поворотное движение на перекрестке. Поскольку на данном участке сети осуществляет свою работу городской электрический транспорт, в частности, трамвай, то необходимо построение трамвайных путей. Выполнение указанной задачи производится в два этапа – создание основных и соединяющих отрезков. В сети VISSIM представляется возможным устраивать дорожную разметку. Дорожная разметка не влияет на манеру езды, однако, после ее ввода модель перекрёстка приобретает более реалистичный вид (рисунок 3).

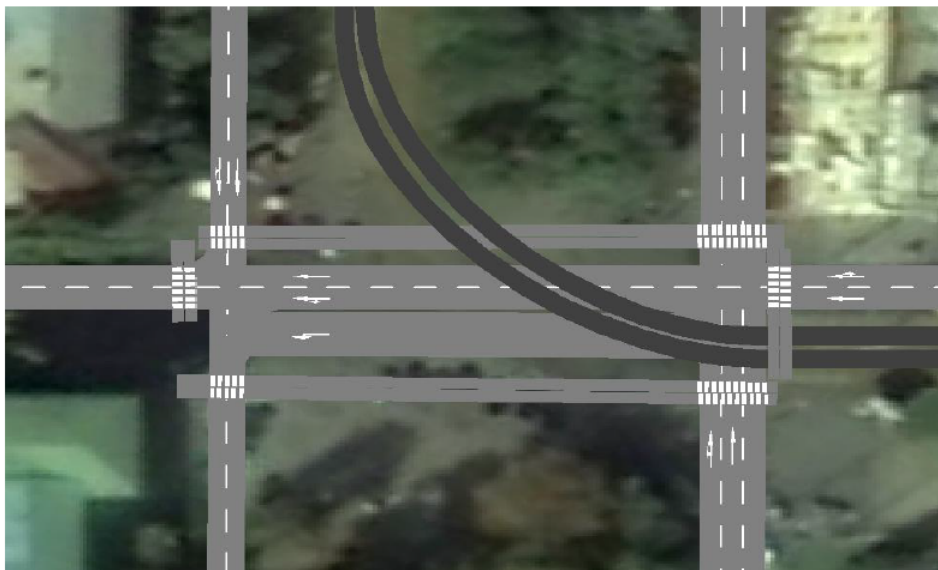


Рисунок 3 – Модель перекрестка после введения отрезков и дорожной разметки

Следующий этап – создание необходимых распределений: желаемых скоростей, цветов, моделей транспортных средств и пешеходов. Особенно важным параметром, влияющим на пропускную способность отрезка, является функция распределения желаемых скоростей. При этом желаемая скорость представляет собой скорость, с которой бы двигалось транспортное средство, если бы ему не препятствовали другие транспортные средства или элементы сети, например, светосигнальные устройства или стоп-знаки. Таким образом, транспортное средство, желаемая скорость которого выше актуальной скорости, "проверяет", существует ли возможность обгона без помех другим транспортным средствам. Чем больше диапазон желаемых скоростей, тем быстрее образуются группы транспортных средств на дороге. Существует также распределение цветов. Данное распределение имеет значение только для графического отображения и применяется вместо одного цвета для типа транспортных средств или пешеходов, не оказывая никакого влияния на результаты имитации. Распределение моделей определяет различные размеры, цвета и текстуры, релевантные для графического отображения типов транспортных средств и пешеходов. Например, для легкового транспорта, вместо одной модели кузова может отображаться до десяти различных моделей, имеющих различные геометрические характеристики.

В VISSIM существует полноценная концепция различия типов и классов транспортных средств. Тип транспортных средств представляет собой их группу, которая описывается определёнными техническими характеристиками. Например, такими группами являются: легковой транспорт, грузовой транспорт, автобус, трамвай, велотранспорт и мототранспорт, а также пешеходы, как особый тип транспортного средства. Кроме типов транспортных средств, установленных по умолчанию, можно определить любое количество других их типов. Так, для данной модели участка транспортной сети был создан новый тип транспортных средств – троллейбус. Класс транспортных средств охватывает один или несколько уже определённых их типов. Представляется возможным объединять любые типы транспортных средств и создавать таким образом новый класс транспортных средств, который служит, например, для их цветового различия во время имитации.

После того, как заданы типы и классы транспортных средств, создаются транспортные потоки. Состав транспортного потока состоит из списка транспортных средств, каждому из которых присвоена относительная нагрузка, то есть доля определённого типа транспортных средств в общем потоке, а также распределение желаемых скоростей. Для данной модели перекрёстка был создан состав транспортного потока с долями легковых

автомобилей – 80%, грузовых – 10%, велотранспорта и мототранспорта – 10%. Пешеходные потоки заданы как отдельный транспортный поток, на 100% состоящий из типа Пешеходы, и вводимый на отрезках, обозначающих пешеходные переходы. Для транспортных средств, которые движутся только по маршрутам общественного транспорта, состав транспортного потока на данном этапе не создается.

Для организации поворотного движения на перекрёстке необходимо задать маршруты и их решения. Маршрут является фиксированной последовательностью основных и соединяющих отрезков. Он проходит между решением маршрута и местом цели. От одного места решения маршруты ведут, как правило, к нескольким местам цели. Также были установлены отдельные решения маршрутов для транспортных средств, желающих воспользоваться стоянкой на обочине дороги.

На пересечении пр. Карла Маркса и ул. Олеся Гончара функционирует такой городской общественный транспорт, как трамваи, троллейбусы и маршрутные автобусы. Ввод данных для общественного транспорта выполняется в два шага:

- 1) определение местоположения остановок;
- 2) определение транспортных средств и маршрутов общественного транспорта.

Для данной модели перекрёстка были созданы все действующие маршруты трамваев, троллейбусов и автобусов, осуществляющие свою работу на этом участке.

Для того, чтобы общественным транспортом данной модели участка транспортной сети смогли воспользоваться пассажиры, необходимо задать типы и параметры ходьбы пешеходов. Для того, чтобы обеспечить пассажиропоток на маршрутах, необходимо возле каждой остановки создать зону ожидания, которая характеризуется следующими параметрами: распределение времени пребывания на ней ожидающих пассажиров, остановка, которой присвоена определённая зона, а также место посадки пассажиров относительно салона транспортного средства. Для обеспечения перемещения пассажиров между зоной ожидания и краем платформы остановки, необходимо создать для них решения маршрутов. Это осуществляется по аналогии с решениями маршрутов для транспортных средств. И в завершение работы с пешеходами для построенных пешеходных зон следует определить входящие пешеходные потоки.

В VISSIM могут быть смоделированы нерегулируемые пересечения, разветвления и примыкания. Для моделирования взаимодействия конфликтующих потоков могут использоваться различные техники, главной из которых является определение конфликтных зон. Конфликтная зона пред-

ставляют собой элемент связи для влияния на конфликты между транспортными средствами на двух отрезках. С их помощью устанавливается приоритет проезда на перекрёстке. Было установлено, что в данном узле существует 55 конфликтных зон. Затем, согласно Правилам дорожного движения, было определено, какой отрезок в каждом из пересечений является приоритетным. Такой отрезок выделен зелёным цветом. Отрезок красного цвета – уступающий. Возможен ещё один вариант – оба отрезка красного цвета. Такой метод проезда конфликтной зоны используется для моделирования движения на разветвлениях, чтобы транспортные средства могли «видеть» друг друга. После введения конфликтных зон перекрёсток приобретает вид, представленный на рисунке 4.



Рисунок 4 – Модель перекрестка после введения конфликтных зон

Целевым пунктом моделирования является анализ, то есть получение количественных данных о взаимодействии транспортных средств и пешеходов в конкретно заданных условиях. VISSIM позволяет в процессе моделирования проводить следующие виды анализа:

- анализ управления дорожным движением на автомагистралях и городских улицах, контроль за направлением движения как на отдельных полосах, так и на всей проезжей части;

- анализ возможности предоставления приоритета общественному транспорту;
- анализ изменения расстояния между принудительными остановками транспорта, проверка подъездов, организация одностороннего движения общественного транспорта;
- анализ пропускной способности транспортной сети либо её отдельных узлов.

Одним из основных видов вывода анализов является вывод данных в окно. Вывод данных в окно возможно осуществлять для одного или нескольких транспортных средств или пешеходов. Следует отметить, что в трехмерном режиме имитации позиция камеры автоматически переходит в положение водителя или пешехода, движение которого в данный момент анализируется.

Для того, чтобы сохранить имитацию и иметь возможность качественно оценить результаты моделирования, VISSIM может сохранить её как видеофайл, который выступает в качестве презентационного материала и иллюстрирует результат моделирования дорожного движения на данном объекте исследования.

Вывод. Таким образом, программное обеспечение PTV Vision VISSIM даёт возможность анализировать движение транспортных средств и пешеходов, прогнозировать возникновение заторов, организовывать оптимальные графики движения общественного транспорта и выполняет многие другие задачи, целью которых является создание на существующей или планируемой сети улиц достаточно быстрого, безопасного, и удобного движения транспортных средств и пешеходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2001 – 247 с.
2. Кременец Ю. А., Печерский М. П., Афанасьев М. Б. Технические средства организации дорожного движения. Учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.: ил.
3. Никитин А. С. Применение автоматного программирования для имитационного моделирования разъезда машин на нерегулируемом перекрестке равнозначных дорог / А.С. Никитин, М.Ю. Чураков, А.А. Шалыто // Сборник докладов третьей Всероссийской научно-технической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности // СПб., 2007. – С. 296-301.
4. Мирошниченко А. Н., Литвин В. В. Имитационное моделирование транспортных потоков с помощью программного обеспечения PTV Vision VISSIM / Материалы доклада первой научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Молодежь: наука и инновации" / Днепропетровск, 2013.

УДК 629.3.027.5.002.8

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЧАСУ ТА ШЛЯХУ РОЗГОНУ АВТОМОБІЛЯ

П.В. Литвин, старший викладач кафедри автомобілів та автомобільного господарства Державний ВНЗ «Національний гірничий університет» м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: litvinpv_ne@mail.ru

О.І. Пучков, старший викладач кафедри автомобілів та автомобільного господарства Державний ВНЗ «Національний гірничий університет» м. Дніпропетровськ, Україна

О.Г. Каплун, студент групи АТммС-12.1, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет» м. Дніпропетровськ, Україна

Анотація. Запропоновано методику та алгоритм виконання розрахунків динамічної характеристики часу та шляху розгону автомобіля, що дозволить мати наближені до експериментальних параметри.

Ключові слова: прискорення автомобіля, динамічний фактор, час розгону, шлях розгону, експериментальні параметри.

METHOD OF CALCULATION TIME AND THE PATH ACCELERATION

P.V. Litvin, Senior lecturer of Department of Automobiles and Automobile Economy, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: litvinpv_ne@mail.ru

O.I. Puchkov, Senior lecturer of Department of Automobiles and Automobile Economy, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

O.G. Kaplun, Student State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. Proposed the method and algorithm of the calculations of the dynamic characteristics, time and path of acceleration, which will have close to the experimental parameters

Keywords: acceleration of automobile, dynamic characteristic, time of acceleration, path of acceleration, experimental parameters.

Вступ. Прискорення автомобіля цілком характеризує динаміку його розгону. Однак для аналізу динаміки розгону різних автомобілів більш наочне уявлення дають графіки часу і шляху розгону. **Час розгону** - це час, протягом якого автомобіль збільшує швидкість у заданих межах, а **шлях**

розгону - це шлях, який автомобіль проходить при збільшенні швидкості в заданих межах.

Залежність швидкості при розгоні від часу та шляху розгону автомобіля називають швидкісною характеристикою розгону. Ці показники, як правило, визначаються експериментально.

Мета роботи. Розробити методикку та алгоритм отримання залежностей часу та шляху розгону автомобіля для їх подальшого порівняння.

Матеріал та результати дослідження. Вихідними даними для отримання динамічних характеристик є: вихідні характеристики двигуна, значення передаточних чисел трансмісії, вагові та геометричні параметри автомобіля.

При визначенні часу і шляху розгону приймаються наступні допущення:

- розгін починається з мінімально стійкої швидкості обертання колінчастого валу (процес рушання з місця і розгін автомобіля до швидкості, що відповідає мінімальній швидкості нижчій передачі коробки передач і мінімальних обертів колінчастого валу, через складність та маловивченість процесів, не розглядаються;

- двигун працює в режимі зовнішньої швидкісної характеристики;
- характеристика руху під час розгону є рівноприскореною;
- на першій передачі швидкість збільшується по лінійному закону;
- за час перемикування передачі опір рухові залишається постійним;
- розрахунок виконується для горизонтальної ділянки дороги.

Для розрахунків задаються одним з принципів перемикування передач:

- при максимальному значенні динамічного фактору (максимальному крутному моменті);

- при максимальній потужності двигуна;
- при максимальній частоті обертів колінчастого валу;
- при експлуатаційних умовах.

В реальних експлуатаційних умовах момент перемикування передач залежить від умов руху та манери керування. В більшості випадків перемикування передач здійснюється при частоті обертів колінчастого валу $\omega_{пер} = (0,7 \dots 0,8) \omega_{max}$.

Характеристики часу та шляху розгону можуть бути отримані за графоаналітичною методикою. Але ця методика є спрощеною та доволі приближною. Аналіз різних методик розрахунку параметрів динаміки розгону автомобіля показує наявність певних недоліків, тому пропонується наступна методика.

Сумарний час розгону складається із часу розгону на кожній передачі t_i та часу на перемикування передач $t_{пер}$ і визначається по формулі

$$\sum t = \sum_{i=1}^n \Delta t_i + \sum_{i=1}^n t_{nep} \quad (1)$$

Час розгону Δt_i , в інтервалі швидкостей від V_i до V_{i+1} визначають так

$$\Delta t_i = \frac{2 \cdot (V_{i+1} - V_i) \cdot \delta}{g \left[D_i + D_{i+1} - f_0 \left(1 + \frac{V_i^2}{1500} \right) - f_0 \left(1 + \frac{V_{i+1}^2}{1500} \right) \right]} \quad (2)$$

де: δ – коефіцієнт урахування обертових мас трансмісії автомобіля, $\delta = 1 + 0,03 \dots 0,05 + (0,04 \dots 0,06) u_k^2$. (u_k , – передаточне число тої ступені коробки передач, при якій визначається час розгону).

Сумарний час розгону на одній передачі визначають підсумовуванням часу в інтервалах швидкостей на цій передачі.

$$t_1 = \Delta t_1; \quad t_2 = t_1 + \Delta t_2; \quad t_3 = t_2 + \Delta t_3, \quad (3)$$

а загальний час перемикання:

$$\sum t_{nep} = t_{nep} \cdot (n-1) \quad (4)$$

де: n – кількість ступенів у коробці перемикання передач.

Час одного перемикання передачі, залежить від типу, вантажопідйомності транспортного засобу, способу перемикання та майстерності водія і рекомендується приймати $t_{nep} = 0,8 \dots 1,2$ с.

Падіння швидкості при перемиканні передач знаходимо, прийнявши, що при перемиканні передач двигун від'єднаний від трансмісії, опір руху автомобіля створюється опорами повітря й кочення коліс, які за час перемикання передачі зменшують швидкість руху автомобіля на величину ΔV_{nep} :

$$\Delta V_{nep} = \frac{t_{nep} g}{\delta} \left[\frac{K_{II} F_a V_i^2}{m_a g} + f \left(1 + \frac{V_i^2}{1500} \right) \right] \quad (5)$$

де V_i - швидкість автомобіля при перемиканні на i -тій передачі;

Сумарний час розгону автомобіля дорівнює

$$\sum t = \sum_{i=1}^n \Delta t_i + \sum_{i=1}^n \Delta t_{n_i} \quad (6)$$

де: $\sum_{i=1}^n \Delta t_i$ - сумарний час розгону на всіх передачах; $\sum_{i=1}^n \Delta t_{n_i}$ - сумарний час при перемиканні всіх передач.

Результати розрахунків зручно показати в вигляді графіків. Отримані параметри заносяться в таблицю 1, за результатами розрахунків будується графік часу розгону.

Сумарний шлях S_p розгону автомобіля складається із шляху S_i , що пройде автомобіль на кожній передачі за час t_i , і шляху ΔS_n , що проходить автомобіль за час перемикання передач.

Величина шляху при розгоні автомобіля в інтервалі швидкостей V_i до V_{i+1} визначається так,

$$\Delta S_{1,2} = \frac{V_1 + V_2}{2} \cdot \Delta t_{1,2} \quad (7)$$

Тоді шлях розгону на i -цій передачі буде,

$$S_1 = \Delta S_1 ; S_2 = S_1 + \Delta S_2 ; S_3 = S_2 + \Delta S_3 ; \dots S_n = S_{n-1} + \Delta S_n . \quad (8)$$

Шлях, що проходить автомобіль за час перемикання передач, визначимо по формулі,

$$S_{nep_i} = \left(V_{nep_i} - \frac{\Delta V_{nep_i}}{2} \right) \cdot t_{nep} \quad (9)$$

де V_{ni} - швидкість автомобіля у момент початку перемикання передач.

Загальний шлях розгону визначають по формулі,

$$\sum S = \sum_{i=1}^n \Delta S_i + \sum_{i=1}^n S_{nep_i} \quad (10)$$

Пропонується наступний алгоритм виконання розрахунків:

1. Визначаємо максимальну швидкість в кінці розгону на першій передачі,

$$V_{max1} = \frac{\omega_{nep} \cdot r_k}{U_{K1} \cdot U_{PK} \cdot U_0} ; \quad (11)$$

де ω_{nep} - максимальна частота обертів колінчастого валу перед вмиканням наступної передачі;

2. Визначаємо величину динамічного фактору в кінці розгону на першій передачі (при ω_{nep}), для чого розраховуємо:

– потужність, що розвиває двигун в кінці розгону:

$$N_{\Pi max} = N_{max} \left[a \cdot \frac{\omega_{nep}}{\omega_N} + b \cdot \left(\frac{\omega_{nep}}{\omega_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{\omega_{nep}}{\omega_N} \right)^3 \right] ; \quad (12)$$

– окружну силу на ведучих колесах в кінці розгону на першій передачі:

$$P_{K1max} = \frac{N_{\Pi max} \cdot \eta_{TP} \cdot U_{K1} \cdot U_{PK} \cdot U_0}{\omega_{nep} \cdot r_K} ; \quad (13)$$

– силу опору повітря в кінці розгону:

$$P_{\Pi max1} = K_{\Pi} \cdot F_a \cdot V_{max1}^2 ; \quad (14)$$

– значення динамічного фактору на першій передачі в кінці розгону:

$$D_{max1} = \frac{P_{K1max} - P_{Пmax1}}{G_a}; \quad (15)$$

3. Визначаємо час розгону на першій передачі

$$t_{P1} = \frac{2 \cdot \delta \cdot V_{max1}}{g \cdot \left[D_{max1} - f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{max1}^2}{1500} \right) \right]}; \quad (16)$$

4. Визначаємо шлях розгону на першій передачі:

$$S_1 = 0,5 \cdot V_{max1} \cdot t_{P1}; \quad (17)$$

5. Визначаємо величину падіння швидкості за час перемикування передачі:

$$\Delta V_{nep} = \frac{t_{nep} \cdot g}{\delta} \left[\frac{K_{П} \cdot F_a \cdot V_{max1}^2}{m_a \cdot g} + f_0 \cdot \left(1 + \frac{V_{max1}^2}{1500} \right) \right]; \quad (18)$$

6. Визначаємо шлях, що пройде автомобіль за час перемикування з першої на другу передачу:

$$S_{nep1} = \left(V_{n_i} - \frac{\Delta V_{nep1}}{2} \right) \cdot t_{nep}; \quad (19)$$

7. Вираховуємо початкову швидкість на i -тій передачі (після перемикування)

$$V_{min(i+1)} = V_{max i} - \Delta V_{П}; \quad (20)$$

8. Визначаємо максимальну швидкість в кінці розгону,

$$V_{max} = \frac{\omega_{nep} \cdot r_k}{U_{Ki} \cdot U_{PK} \cdot U_0}; \quad (21)$$

де: ω_{nep} - максимальна частота обертів колінчастого валу перед вмикуванням наступної передачі, U_{Ki} - передаточне число цієї ступені КП.

9. Визначаємо величини динамічного фактору на початку і в кінці розгону при відповідних швидкостях, використавши наступні формули:

– частота обертів колінчастого валу (в момент ввімкнення наступної передачі та в кінці розгону)

$$\omega_i = \frac{V_i \cdot U_K \cdot U_{PK} \cdot U_0}{r_k}; \quad (22)$$

– потужність, що розвиває двигун в момент ввімкнення передачі та в кінці розгону (формула 2.36 методичний посібник ч. I)

$$N_i = N_{\max} \left[a \cdot \frac{\omega_i}{\omega_N} + b \cdot \left(\frac{\omega_i}{\omega_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{\omega_i}{\omega_N} \right)^3 \right]; \quad (23)$$

– окружну силу на ведучих колесах в момент ввімкнення передачі та в кінці розгону

$$P_{Ki} = \frac{N_i \cdot \eta_{TP} \cdot U_K \cdot U_{PK} \cdot U_0}{\omega_i \cdot r_K}; \quad (24)$$

– силу опору повітря в момент ввімкнення передачі та в кінці розгону

$$P_{Pi} = K_{Pi} \cdot F_a \cdot V_i^2; \quad (25)$$

– значення динамічного фактору на початку та в кінці розгону

$$D_i = \frac{P_{Ki} - P_{Pi}}{G_a}; \quad (26)$$

10. Приймаємо три – чотири проміжних значення швидкостей в інтервалі $V_{\min} - V_{\max}$ для даної передачі та вираховуємо відповідні їм значення динамічного фактору. Для цього послідовно обчислюємо:

$$10.1. \quad \omega_j = \frac{V_j \cdot U_K \cdot U_{PK} \cdot U_0}{r_k}; \quad (27)$$

$$10.2. \quad M_j = \frac{N_{\max}}{\omega_i} \cdot \left[a \cdot \frac{\omega_j}{\omega_N} + b \cdot \left(\frac{\omega_j}{\omega_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{\omega_j}{\omega_N} \right)^3 \right]; \quad (28)$$

$$10.3. \quad P_{Kj} = \frac{M_j \cdot U_K \cdot U_{PK} \cdot U_0 \cdot \eta_{TP}}{r_K}; \quad (29)$$

$$10.4. \quad P_{Pj} = K_{Pi} \cdot F_a \cdot V_j^2; \quad (30)$$

$$10.5. \quad D_j = \frac{P_{Kj} - P_{Pj}}{G_a}; \quad (31)$$

11. Визначаємо дискретні значення часу розгону в інтервалах швидкостей від V_i до V_{i+1} на цій передачі

$$\Delta t_i = \frac{2 \cdot (V_{i+1} - V_i) \cdot \delta}{g \left[D_i + D_{i+1} - f_0 \left(1 + \frac{V_i^2}{1500} \right) - f_0 \left(1 + \frac{V_{i+1}^2}{1500} \right) \right]} \quad (32)$$

і заносимо їх в табл. 1. та обчислюємо сумарний час з наростаючим підсумком;

12. Визначаємо шлях розгону в інтервалах швидкостей на певній передачі

$$S_1 = 0,5 \cdot V_{\max 1} \cdot t_{P1}; \quad (33)$$

13. Розраховуємо сумарний шлях розгону на даній передачі

14. Визначаємо величину падіння швидкості за час перемикання передачі

$$\Delta V_{\text{пер}} = \frac{t_{\text{пер}} \cdot g}{\delta} \left[\frac{K_{\Pi} \cdot F_a \cdot V_{\max}^2}{m_a \cdot g} + f \cdot \left(1 + \frac{V_{\max}^2}{1500} \right) \right]; \quad (34)$$

15. Визначаємо шлях, що пройде автомобіль за час перемикання цієї передачі

$$S_{\text{пер}_i} = \left(V_{n_i} - \frac{\Delta V_{\text{пер}_i}}{2} \right) \cdot t_{\text{пер}}; \quad (35)$$

16. Отримані значення заносимо у відповідні клітини табл. 1.

17. Виконуємо розрахунки для кожної ступені коробки передач (поз. 7 – 16), результати заносимо до таблиці 1.

Розрахунки та побудову графічних залежностей доцільно виконувати з використанням програмних матеріалів «Excel» чи «Mathcad».

За результатами даних таблиці 1 будують графіки часу й шляху розгону.

Висновок.

У роботі запропоновано методику та алгоритм виконання розрахунків динамічної характеристики часу та шляху розгону автомобіля. Методика та алгоритм розрахунків дають змогу виконати порівняльний аналіз динамічних характеристик різних автомобілів, також визначати раціональні моменти перемикання передач, в тому числі використовується в навчальному процесі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Волков В. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навч. посібник. – Харків: ХНАДУ, 2003. – 292 с.
2. Литвинов А. С., Фаробин Я. Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
3. Основенко М. Ю., Сахно В. П. Автомобілі: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1992. – 344 с.

Таблиця 1 – Результати розрахунків часу й шляхи розгону на першій передачі

№	Найменування параметра	Чисельні значення					
I передача	Швидкість $V_{\max 1}$						
	Динамічний фактор $D_{\max 1}$						
	Час розгону t_{p1}						
	Шлях розгону S_{p1}						
Пер.	Час перемикання, с.						
	Шлях за час перемикання						
Друга передача	Швидкість V_i						
	Динамічний фактор D_i						
	Час розгону в інтервалі Δt_i						
	Сумарний час розгону t_p						
	Шлях розгону в інтервалі ΔS_i						
	Сумарний шлях розгону S_p						
Пер.	Час перемикання, с.						
	Шлях за час перемикання						
Наступна передача	Швидкість V_i						
	Динамічний фактор D_i						
	Час розгону в інтервалі Δt_i						
	Сумарний час розгону t_p						
	Шлях розгону в інтервалі ΔS_i						
	Сумарний шлях розгону S_p						
I т.д.							

УДК 721.011

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

В.В. Плахотник, кандидат технических наук, доцент кафедры строительной, теоретической и прикладной механики

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

В.Н. Марьенко, аспирант кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: vados.v-ma@ya.ru

Аннотация. В работе проведено теоретическое исследование безопасности остановок общественного транспорта, а также влияние скорости автомобиля на металлическое ограждение.

Ключевые слова: автомобиль, остановка, ударная вязкость, безопасность.

INNOVATIVE SOLUTIONS OF PUBLIC TRANSPORT STOPS

V. Plahotnik, Ph.D., Associate professor, Department of Structural, Theoretical and Applied Mechanics

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

V. Maryenko, Postgraduate, Department of Automobiles and Automobile Economy

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,

e-mail: vados.v-ma@ya.ru

Abstract. In this paper, a theoretical study of the safety, public transport and the influence of vehicle speed on a metal fence.

Keywords: vehicle, bus-stop, toughness, safety.

Введение. Одним из основных условий эксплуатации автомобильного транспорта является обеспечение безопасности пассажиров от транспортных средств, которые по тем или иным причинам вылетают с проезжей части на остановку общественного транспорта. Учитывая, что она является места скопления большого количества людей в опасной близости от проезжей части предлагаются различные способы защиты: всевозможные ограждения, выброполосы, и искусственные неровности, «лежачие полицейские» (как поперечные, так и продольные) на полосах, как соседних, так и непосредственно примыкающих к остановке. Для минимальной защиты остановки достаточно установить ограждения из нескольких металлических столбиков определенной конструкции. Установка такого способа защиты не требует значительных капиталовложений и является актуальной для крупных городов, а также на остановках общественного транспорта вдоль широких и скоростных трасс.

Действующие ГОСТы на барьерное ограждение дорог основан на том, что столкновение происходит с определенной скоростью (в черте города не более 60 км/час), но на сегодняшний день в аварийных ситуациях скорость автомобиля фиксируется в пределах более 100 км/час. Что было установлено при расследовании резонансных ДТП в последние годы, и в Днепропетровске в частности. Таким образом, конструктивные элементы ограждения должны быть рассчитаны на большие ударные нагрузки.

Цель работы. Авторами предложен проект по установки заграждений остановок общественного транспорта, элементом которых является столбик, выполненный из металлической трубы, заполненный армированным бетоном.

Материал и результаты исследований. Для обоснования размеров в расчетной схеме столбик рассматривается как заземленный стержень круглого поперечного сечения, полностью воспринимающий нагрузку при столкновении с автомобилем.

Удар считаем абсолютно неупругим, точка приложения удара зависит от конструктивных особенностей транспортного средства. При выбранных допущениях динамический коэффициент k_d , связывающий статическую Δ_{cm} и динамическую деформации равен [1]:

$$k_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{v^2}{g \cdot \Delta_{cm} \cdot (1 + \frac{Q}{P})}}, \quad (1)$$

где: V – скорость транспортного средства в момент удара;
 Q – вес надземной части столбика ограждения;
 P – вес транспортного средства;
 Δ_{cm} – поперечное смещение столбика в месте удара при статическом действии силы P .

Из решения соответствующей задачи определения перемещения при статическом действии поперечной силы P , находим:

$$\Delta_{cm} = \frac{P \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I}, \quad (2)$$

где: l – высота столбика на уровне места удара;
 E – модуль упругости материала трубы;
 I – осевой момент инерции поперечного сечения столбика.

Приведенные зависимости позволяют определить максимальные напряжения при ударе $\sigma_{max} = k_d \cdot \sigma_{ст}$, где $\sigma_{ст}$ соответствующее напряжение при статическом нагружении. Но при ударе разрушение наступает при напряжениях, которые значительно превышают статические предельные характеристики материала. Способность материала сопротивляться удару характеризуется удельным энергопоглощением [2]. т.е. отношением работы, совершенной силой, к площади поперечного сечения столбика. Значения удельного энергопоглощения δ не должно превышать ударную вяз-

кость материала. Для рассматриваемой задачи, работу внезапно приложенной силы P можно определить по формуле:

$$A_p = P \cdot k_d \cdot \Delta_{cm} \quad (3)$$

Исходя из количества проделанной работы внезапно приложенной силы P , а также выбранного материала столбика Ст.4, который имеет ударную вязкость $\delta = 900 \text{ кДж/м}^2$ можно рассчитать критическую скорость автомобиля, при которой значение удельного энергопоглощения не будет превышать ударную вязкость материала.

Полученные результаты представлены на рисунке 1.

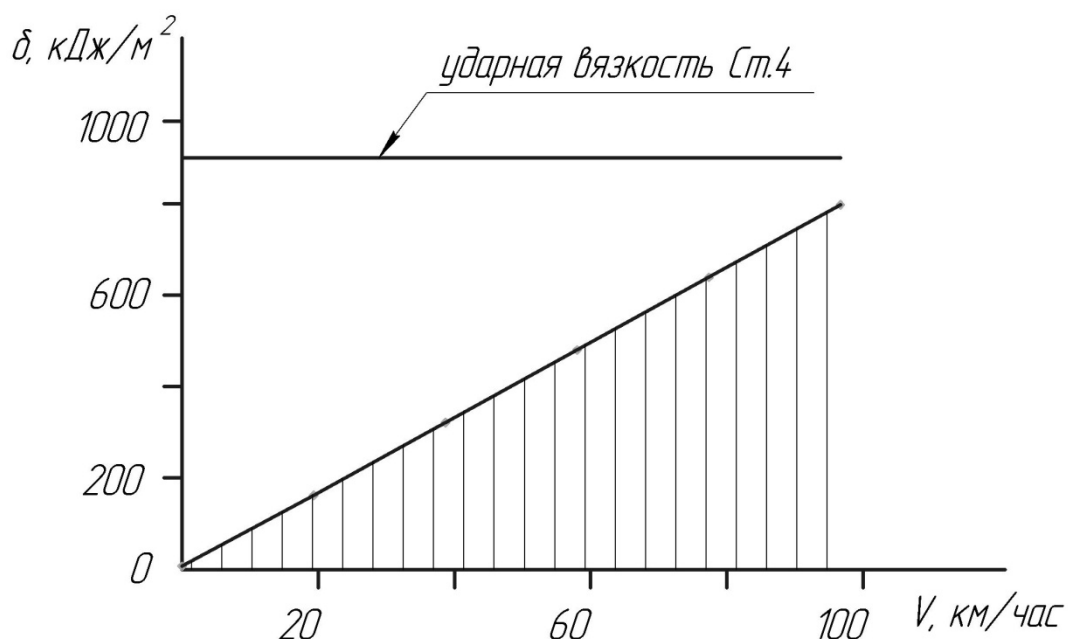


Рисунок 1 – Диаграмма удельного энергопоглощения в зависимости от скорости автомобиля

Вывод. Применение столбиков выполненных из металлической трубы, заполненной армированным бетоном, позволит повысить безопасность пребывания пассажиров на остановках общественного транспорта препятствуя въезду автомобиля весом 2 тонны на скорости до 100 км/час включительно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. Л.: Машиностроение, 1976, – 320 с.
2. Корнилов О. Опір матеріалів / Київ: Логос, 2002. – 562 с.

УДК 656.025.2

ВПЛИВ ДОВЖИНИ ПЕРЕГОНУ МАРШРУТУ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ЗМІНУ ТЕХНІЧНОЇ ШВИДКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

А.М. Мирошніченко, студент групи ТТмм-10-1 кафедри управління на транспорті Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: anastasiya.miroshnichenko.90@mail.ru

Анотація. У роботі досліджується значимість факторів, що впливають на технічну швидкість транспортних засобів, при вирішенні задачі по визначенню довжини перегону, яка забезпечує мінімальні витрати часу пасажирів на пересування.

Ключові слова: швидкість руху, довжина перегону, міський пасажирський транспорт, фактори впливу.

THE INFLUENCE OF THE LENGTH OF HAUL ROUTE OF URBAN PASSENGER TRANSPORT ON CHANGE TO THE TECHNICAL SPEED OF VEHICLES

A.M. Myroshnichenko, Student of group TTmm-10-1, Department of Transport Management State Higher Educational Institution «National Mining University», Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: anastasiya.miroshnichenko.90@mail.ru

Abstract. This work considers the significance of the factors affecting the technical speed of vehicles, with the task of determining the length of run, which provides a minimal investment of time passengers on movement.

Keywords: a speed, a length of run, an urban passenger transport, factors of influence.

Вступ. Параметри функціонування міського пасажирського транспорту визначають витрати часу населення міст на їх переміщення до місця роботи та рівень їх стомлюваності під час трудовий поїздки, які впливають на продуктивність праці. Вирішення завдання по зменшенню витрат часу пасажирів на пересування неможливе без визначення раціональної довжини перегону маршруту міського пасажирського транспорту [1].

Теорія міського пасажирського транспорту базується на основних поняттях, що характеризують рух людей у міському просторі, □ пересування й поїздка [1, 2]. Основними характеристиками пересування, на думку дослідників, є довжина поїздки, швидкість сполучення й витрати часу на пересування [1, 2]. Останні визначаються довжиною перегону та швидкістю сполучення, тому виступають найбільш загальною характеристикою пересування.

Під час проектування транспортних систем види міського пасажирського транспорту й необхідні характеристики транспортних мереж і маршрутних систем необхідно обирати відповідно до вимог діючих будівельних норм і правил [3]. На витрати часу пасажирів на пересування можна впливати впровадженням різних організаційних заходів технологічного процесу перевезення пасажирів. Дослідники в роботі [1] виділяють параметр, що суттєво впливає практично на всі характеристики систем маршрутного міського пасажирського транспорту, у тому числі й на витрати часу пасажирів на пересування. Таким параметром, на їх думку, є довжина перегону. Існуючі методи визначення довжини перегону маршруту міського пасажирського транспорту, наведені в роботах [1, 2], недосконалі внаслідок того, що використовують у якості постійних величин технічну швидкість транспортного засобу, час простою на зупинках та інтервал руху. Проте ці параметри є складними функціями, що залежать від ряду факторів. Це означає, що для розв'язання поставленої задачі необхідна характеристика зазначених параметрів як функцій різних змінних. Тому виникає необхідність проаналізувати закономірності зміни технічної швидкості транспортного засобу, часу простою на зупинках та інтервалу руху, оскільки всі ці фактори є параметрами руху транспортних засобів за маршрутом міського пасажирського транспорту.

Мета роботи. Метою даної роботи є визначення закономірностей зміни технічної швидкості транспортного засобу в залежності від довжини перегону. Для досягнення поставленої мети необхідно провести дослідження параметрів руху транспортних засобів при перевезенні пасажирів.

Матеріал і результати досліджень. Рух транспортних засобів на маршруті міського пасажирського транспорту являє собою складне явище. При перевезенні пасажирів із одного пункту в інший за маршрутом відбувається накладення двох основних процесів: процес руху між зупинками, пов'язаний із умовами дорожнього руху, а також затримка на зупинках, пов'язана з підходом, висадкою та посадкою пасажирів. Тривалість цих процесів залежить від багатьох випадкових факторів. На першому етапі дослідження розглядався процес руху автобусів по перегону маршруту. Графічно схема досліджуваного процесу при макropідході може бути представлена у вигляді «чорного ящика» (рисунок 1), де \bar{X} – значення параметрів технологічного процесу перевезення пасажирів (довжина автобуса; питома потужність двигуна; об'єм двигуна; кількість місць для сидіння; загальна місткість автобуса; стаж роботи водія на автобусі та його вік; довжина перегону; швидкість транспортного потоку; кількість пасажирів, що ввійшли та вийшли на зупиночних пунктах; час руху між зупиночними пунктами; коефіцієнт заповнення салону); \bar{Y} – параметри сполучення пасажирів (технічна швид-

кість транспортних засобів та час простою на зупиночних пунктах); \bar{Z} – вплив на систему факторів зовнішнього середовища (відстань видимості дорожнього покриття; коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою).

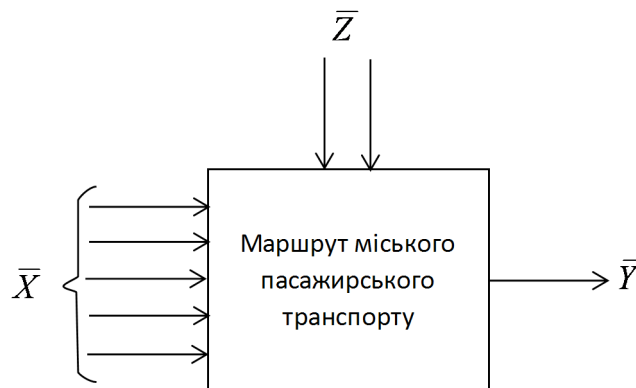


Рисунок 1 – Схематичне зображення об'єкту дослідження

Для одержання вихідної інформації було проведено дослідження параметрів руху транспортних засобів. При цьому фіксувалися умови руху транспортних засобів по перегону маршруту та параметри їх простою в пунктах зупинок. Для подальшого вивчення досліджуваного об'єкта було проведено аналіз методів дослідження. Для того, щоб з'ясувати, які фактори та якою мірою впливають на досліджуване явище, застосовуються статистичні методи кореляції й регресії. Методи кореляційного й регресійного аналізу можна ефективно використовувати при визначенні науково обґрунтованих планових показників виробничих процесів, які забезпечують ефективну роботу автотранспорту [4].

На першому етапі дослідження закономірностей зміни технічної швидкості транспортних засобів при русі по перегону маршруту проводився аналіз впливу кожного з раніше визначених факторів на значення технічної швидкості. Даний аналіз проводився на основі математичного опису графіків залежності між досліджуваними параметрами для рейтингової оцінки величини впливу окремих факторів у відповідності з методикою, наведеною в роботі [5]. Для опису закономірностей зміни швидкості руху була обрана модель лінійного типу. Розмір вибірки при розробці регресійних моделей визначався у відповідності з рекомендаціями, за якими кількість спостережень має бути в 6-7 разів більша від числа включених у модель факторів [6]. Для обчислення коефіцієнтів регресії використовувався метод найменших квадратів [7]. Характеристики параметрів моделі визначалися за відомими методами статистики [8]. Для обчислення значущості факторів, що входять у модель, використовувався критерій Ст'юдента [6]. Інформаційна здатність моделі визначається критерієм Фішера. Тіснота зв'язку між залежною змінною та факторами, що впливають на її рівень, визнача-

ється коефіцієнтом множинної кореляції [6, 8]. Чим ближчий цей коефіцієнт до одиниці, тим тіснішим є зв'язок між досліджуваним показником і факторами, що впливають на його рівень. Уплив неврахованих факторів оцінювався за допомогою коефіцієнту детермінації. Характеристики розроблених моделей наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристика моделей зміни технічної швидкості автомобілю при русі по перегону маршруту

Фактор	Вид моделі	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації	Критерій Фішера	
				розрахунковий	табличний
Кількість місць для сидіння	$V_T = 48,91 - 0,51q_{сид}$	0,28	0,53	17,98	1,52
Номінальна пасажиромісткість	$V_T = 42,12 - 0,09q_n$	0,26	0,51	10,55	1,89
Об'єм двигуна	$V_T = 27,79 + 0,85Q_d$	0,18	0,42	10,43	1,52
Довжина автобусу	$V_T = 44,92 - 0,76L_A$	0,23	0,48	9,70	1,89
Відстань видимості	$V_T = 23,6 + 0,08R$	0,31	0,56	17,04	1,89
Вік водія	$V_T = 14,79 + 0,4B_s$	0,29	0,54	17,93	1,52
Питома потужність двигуна	$V_T = 23,16 + 0,65U$	0,88	0,78	64,14	2,08
Коефіцієнт заповнення салону	$V_T = 43,21 - 23,96\gamma$	0,82	0,67	72,88	1,52
Коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з дорожнім покриттям	$V_T = 21,54 + 23,67K$	0,72	0,52	28,69	1,93
Довжина перегону	$V_T = 19,87 + 16,13l_n$	0,87	0,75	136,43	1,52
Швидкість транспортного потоку	$V_T = 18,12 + 0,44V_n$	0,79	0,63	50,20	1,89

Моделі, наведені в таблиці 1, мають досить високу інформаційну здатність, про що свідчить перевищення розрахункового значення критерію Фішера над табличним.

Аналіз отриманих моделей дозволяє зробити наступні висновки. Було виявлено, що найбільший ступінь впливу на технічну швидкість мають наступні показники: питома потужність двигуна автобусу, коефіцієнт зчеплення колеса з дорожнім покриттям, довжина перегону, швидкість потоку транспортних засобів. Питома потужність двигуна автомобіля збільшує швидкість руху внаслідок того, що з її збільшенням поліпшуються динамічні якості транспортного засобу, тобто чим більша питома потужність, тим легше виконати розгін автомобіля до необхідної швидкості. Збільшення коефіцієнта зчеплення колеса автомобіля з дорожнім покриттям призводить до підвищення швидкості руху за рахунок того, що рух стає більш стабільним, відпадає потреба в додаткових заходах безпеки, і водій може обрати більш швидкісний режим руху. Довжина перегону збільшує швидкість руху. Вона визначає той час, який автомобіль може рухатися з максимальною швидкістю. Тому зі збільшенням довжини перегону, зменшується питома вага витрат часу на розгін і гальмування автомобіля до та після перехрестя. Швидкість транспортного потоку на перегоні збільшує швидкість руху автомобіля, тому що рухаючись у потоці транспортних засобів, водій змушений пристосовуватися до параметрів потоку.

Моделі, наведені в таблиці 1, відображають тенденцію впливу параметрів технологічного процесу перевезення пасажирів на технічну швидкість. Проте використовувати дані моделі при вирішенні задачі визначення довжини перегону, що забезпечує мінімальні витрати часу пасажирів на пересування, неможливо внаслідок недостатньо високих значень коефіцієнтів кореляції. Адже дані моделі описують залежність технічної швидкості від одного фактору. Насправді ж ці фактори мають спільний вплив на швидкість. Описати її зміну в залежності від параметрів руху, транспортних засобів, пасажиропотоків, маршруту та водія можливо з використанням методу множинної кореляції.

Висновок. Таким чином, однофакторні моделі зміни технічної швидкості автобусів на перегоні маршруту відображають тенденцію впливу параметрів руху, транспортного засобу, пасажиропотоків і маршруту. Напрямок подальших досліджень є розробка багатфакторної моделі зміни даного параметра та з її використанням проведення розрахунків по визначенню довжини перегону, що забезпечує мінімальні витрати часу пасажирів на пересування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Єфремов І. С., Кобозев В. М., Юдін В. А. Теорія міських пасажирських перевезень. – М.: Вища. школа, 1980. – 535 с.

2. Пасажи́рські автомобільні перевезення / Л. Л. Афанасьєв, А. І. Воркут, А. Б. Дьяков, Л. Б. Миротін, Н. Б. Островський. – М.: Транспорт, 1986. – 220 с.
3. Державні будівельні норми і правила України. – К., 2002. – 92 с.
4. Галушко В. Г. Імовірносно-статистичні методи на автомобільному транспорті. – К.: Вища школа, 1976. – 232 с.
5. Крохін М. Н., Кирпичніков А. Б. Оптимальна тривалість роботи і відпочинку локомотивної бригади. Якою їй бути? (Електронний ресурс) / Спосіб доступу: URL: <http://www.edv.ru>.
6. Займенко Ю. П., Шумілова С. Л. Дослідження операцій. — К.: Вища школа, 1984. — 267 с.
7. Завадський Ю. В. Рішення задач автомобільного транспорту і дорожньо-будівельних машин за допомогою регресійного аналізу. — М.: МАДІ, 1981.—11 с.
8. Афіфі А., Ейзен С. Статистичний аналіз. — М.: Мир, 1982. — 488 с.

УДК 656.073

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СТОИМОСТИ ПАРТИИ ТОВАРА ПО КРИТЕРИЮ МИНИМУМА ЛОГИСТИЧЕСКИХ РАСХОДОВ

А.В. Новицкий, кандидат технических наук, доцент кафедры управления на транспорте Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: novitsk_a@mail.ru

О. Глущенко, студент гр. АП-13-1с
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: oly1677@mail.ua

Аннотация. В работе представлены результаты анализа зависимости логистических расходов от параметров системы управления запасами.

Ключевые слова: логистические расходы, размер партии поставки, стоимость партии товара.

DETERMINATION OF THE OPTIMAL AMOUNT OF VALUE OF CONSIGNMENTS BY THE CRITERION OF MINIMUM LOGISTICS COSTS

A.V. Novytski, Associate Professor of Transport Management
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: novitsk_a@mail.ru

O.C. Glushchenko, Student of group AP -13- 1с
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: oly1677@mail.ua

Abstract. The paper presents the results of the analysis depending on the parameters of logistics costs inventory management system.

Keywords: logistics costs, size of party supplies, the cost of the consignment.

Введение. В условиях рыночной экономики все предприятия сталкиваются с задачей минимизации своих расходов. Для торговых и промышленных предприятий одним из основных резервов сокращения затрат является оптимизация системы управления запасами. Однако, как и любое решение, связанное с сокращением расходов, уменьшение затрат на формирование и содержание материальных запасов влечет за собой определенные риски, связанные с ухудшением качественных показателей обслуживания. Поэтому решение об изменении параметров системы управления запасами должно приниматься на основании результатов анализа имеющихся возможностей и вероятных рисков.

Состояние вопроса. Наиболее популярной моделью управления запасами является модель оптимального размера заказа EOQ (Economic Order Quantity). При формировании модели EOQ в качестве критерия оптимизации принимается минимум общих затрат, включающих затраты на выполнение заказов C_3 и затраты на хранение C_x в течение определенного периода времени:

$$C_{\Sigma} = C_3 + C_x = \frac{C_0 A}{S} + \frac{S}{2} C_n i \rightarrow \min,$$

где C_0 – затраты на выполнение одного заказа; A – потребность в заказываемом продукте; C_n – цена единицы продукции, хранимой на складе; i – доля от цены C_n , приходящаяся на затраты на хранение; S – искомая величина заказа [1].

Данная модель не учитывает целый ряд ограничений организационного и технологического характера, наиболее распространенными из которых являются:

- вместимость транспортных средств, задействованных для доставки заказов;
- наличие складских площадей для хранения партии товара;
- размер оборотных средств B , ограничивающий максимальную стоимость заказанной партии.

Каждый из перечисленных факторов по своему важен для субъектов логистического процесса, однако наиболее значимым является ограничение на максимальную стоимость заказа.

Дополнительные сложности возникают при организации многопродуктовых поставок. При наличии на складе поставщика широкой номенклатуры продукции встаёт вопрос о возможной организации одновременной поставки потребителю нескольких товаров. Аргументами в пользу объединения разных номенклатур в один заказ являются:

- требования поставщика о стоимости каждого заказа не ниже некоторой предельной величины;
- реализация полной загрузки используемых транспортных средств;
- снижение затрат на организацию, комплектацию партий поставок, поставляемых клиенту.

Используемые на практике методики расчета параметров управления запасами обычно предусматривают определение величины заказа исходя из формулы Уилсона с последующей проверкой соответствия стоимости партии имеющимся ограничениям. Такой подход не позволяет получить параметры партии, при которых общелогистические затраты будут минимальными.

В работе [2] представлена методика определения оптимального размера партии с учетом ограничения на максимальную стоимость заказа. Однако анализ данной методики показал, что результаты расчета общих затрат отличаются от результатов, полученных с использованием формулы Уилсона в полтора раза. Кроме этого, аналогичные методики приведены в работах [3, 4]. Из анализа полученных в этих работах зависимостей следует, что общелогистические затраты имеют минимум, положение которого меняется в зависимости от разных факторов, а также наблюдается значительное расхождение результатов. Кроме этого, надо отметить, что основной задачей перечисленных работ было определение оптимального размера партии, при этом определение оптимальной с точки зрения минимизации логистических расходов стоимости партии не являлось задачей исследований.

Цель работы – определение зависимости оптимальной с точки зрения минимизации логистических расходов стоимости партии товара от параметров поставки для обоснования управленческих решений в сфере закупочной логистики.

Материалы исследований. Для достижения поставленной цели был использован известный метод множителей Лагранжа [4]. Определение множителя Лагранжа выполняется по формуле, предложенной Ю.И. Рыжиковым [5]:

$$z^* = \left[\beta - \left(\frac{kV}{B} \right)^2 \right] / 2k$$

где $V = \sum_{i=1}^N \sqrt{2A_i C_{oi} C_{ni}}$; $\beta = \left(\frac{\Delta}{2} + \frac{(1-\Delta)\alpha k}{C_{ni}} \right)$.

Коэффициент k учитывает потребность в складских помещениях на единицу груза.

Оптимальная величина партий поставки с учетом ограничения на максимальную стоимость заказа составит

$$S_i^* = \frac{B}{kV} \sqrt{\frac{2A_i C_{oi}}{C_{ni}}}$$

Переменные затраты, включающих затраты на выполнение заказов и хранение продукции, определяются по формуле:

$$C_{\Sigma 2}^* = \frac{1}{2} \left(\frac{kV^2}{B} + \frac{B\beta}{k} \right)$$

Затраты на выполнение заказа и затраты на хранение могут быть определены следующим образом

$$C_T^* = \frac{kV^2}{2B}, \quad C_X^* = \frac{B\beta}{2k}$$

Соответственно, общие затраты, включающие затраты на закупку товара B , затраты из выполнение заказов C_T^* и хранение C_X^*

$$C_{\Sigma 2}^*(B) = B + \frac{1}{2} \left(\frac{kV^2}{B} + \frac{B\beta}{k} \right). \quad (1)$$

Анализ зависимости (1) показывает, что ее составляющие имеют различный характер, при изменении входящих параметров изменяются по разному, следовательно, общие затраты имеют оптимальное значение, которое может быть определено следующим образом. Сначала определяется

производная $\frac{dC_{\Sigma}^*(B)}{dB}$ и приравняется к нулю:

$$\frac{dC_{\Sigma}^*(B)}{dB} = 1 - \frac{kV^2}{2B^2} + \frac{\beta}{2k} = 0 \quad (2)$$

Поскольку вторая производная $\frac{d^2C_{\Sigma}^*(B)}{dB^2} > 0$, то речь идет о минимуме функций $C_{\Sigma}^*(B)$.

Из уравнения (2) находим оптимальное значение капитала вложеного в запасы:

$$B^* = kV \sqrt{\frac{1}{2k + \beta}}$$

Зная величину B^* , находим оптимальную величину общих затрат:

$$C_{опт}^* = \sqrt{2k + \beta} \cdot \sum_{i=1}^N \sqrt{2A_i C_{oi} C_{ni}} .$$

Для проверки адекватности полученных зависимостей были проведены расчеты логистических затрат, связанных с поставками аккумуляторных батарей производства ПАО «SADA». В результате получен график зависимости логистических затрат от величины стоимости партии (рис. 1).

Анализ результатов расчета показал, что кривая имеет минимум при значении B , равном 87 тыс. €. Следовательно, именно при данном значении величины оборотных средств можно обеспечить минимальные логистические издержки.

C_{Σ} , тыс.€

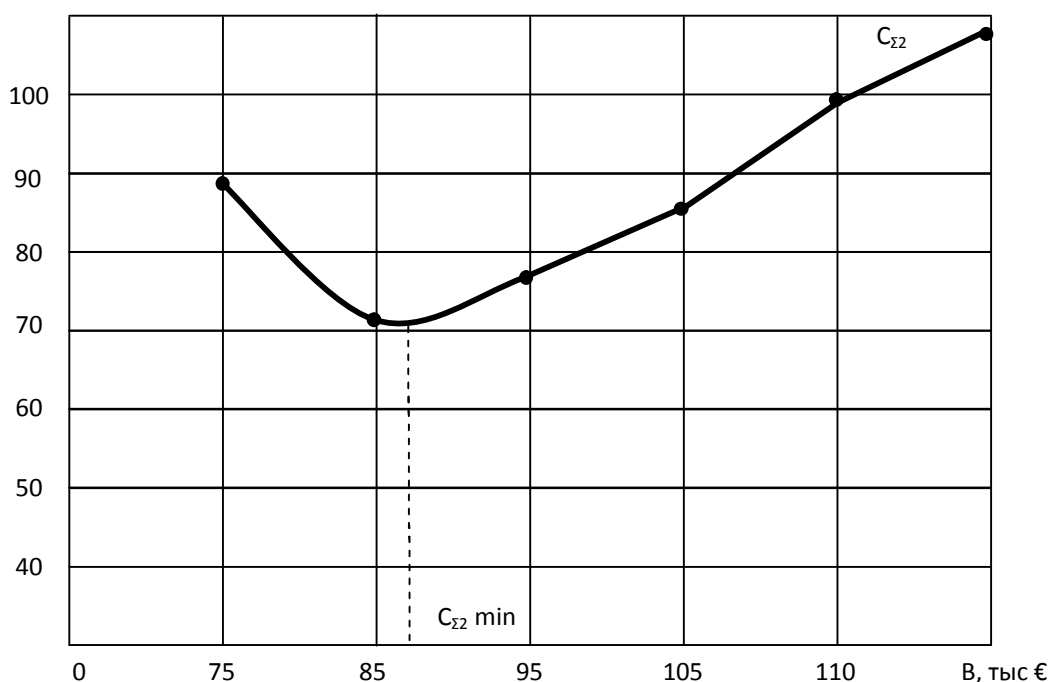


Рис.1. Зависимость логистических затрат от стоимости партии товара

Выводы. Полученные аналитические зависимости позволяют проводить оценку влияния различных параметров системы управления запасами на составляющие общелогистических затрат – капиталовложения в запасы, затраты на поставку и затраты хранения продукции. Наличие оптимальной величины общих затрат является областью принятых стратегических компромиссных решений различных служб предприятия, отвечающих за закупку, транспортировку и хранение продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Модели и методы теории логистики: Учебное пособие. 2-е изд. /Под ред. В.С. Лукинського. – СПб.: Питер. – 2008. – 448 с.
2. Григорьев В.В. Максимизация прибыли оператора при ограниченных капиталовложениях на развитие сети / В.В. Григорьев, Л.Г. Думбадзе, А.П. Тизик // Труды института системного анализа РАН. – 2005. – Вып.17(1). – С. 208-213.
3. Сергеев В.И. Логистика в бизнесе / В.И. Сергеев. – М.: Инфра – 2001. – 608 с.
4. Носков А.А. Управление транспортировкой в цепях поставок внешнеторговых грузов / А.А. Носков, В.В. Лукинский, И.А. Пластуняк // Вестник ИНЖЭКОНа. – 2011. – Вып. № 7 (50). – С. 210 – 219.
5. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управления запасами / Ю.И. Рыжиков // СПб.: Питер. – 2001. – 384 с.

УДК 629.3.027.5

УСТАНОВКА ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

И.А. Пучков, старший преподаватель кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства

Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: auto.nmu@gmail.com

П.В. Литвин, старший преподаватель кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства

Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

Р.В. Горовец, студент группы АМГ13-2с

Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

Аннотация. Рассмотрена важность тормозной системы, а именно тормозных жидкостей для легковых автомобилей, предоставлена установка с помощью которой заправляют, прокачивают тормозную систему автомобилей, для облегчения работы на станциях технического обслуживания.

Ключевые слова: тормозная система, тормозные жидкости, прокачка, заправка.

INSTALLATION FOR SERVICE PASSENGER CARS BRAKE SYSTEM

I.A. Puchkov, senior lecturer, Department of Automobiles and Automobile Economy

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: auto.nmu@gmail.com

P.V. Litvin, senior lecturer, Department of Automobiles and Automobile Economy
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

R.V. Gorovec, student group AMG13-2c
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. Considered the importance of the braking system, namely, brake fluids for passenger cars, provided installation through which run the show pumped brake systems, to facilitate the work at service stations.

Keywords: brake, brake fluids, pumping, filling.

Введение. Любая техническая жидкость в автомобиле требует замены. Разная периодичность замены обусловлена функциями технической жидкости. Периодичность замены тормозной жидкости каждый автопроизводитель указывает, как правило в сервисной книжке по автомобилю.

Но мало кто придает этому внимания, многие водители не придерживаются этого срока. Вместо полной замены тормозной жидкости ездят «на доливе». Тем самым подвергая опасности себя и других людей.

Цель работы. Разработка устройства для заправки, замены тормозной жидкости на легковых автомобилях

Связь работы с научными и учебными программами кафедры. Работа выполнена в соответствии с учебной программой подготовки специалистов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство».

Материал и результаты исследований. В сервисной книжке есть такая запись: тормозную жидкость надо менять каждые два года. Между тем многие водители не придерживаются этого срока. Вместо полной замены тормозной жидкости ездят на доливе, хотя все производители автомобилей четко регламентируют сроки ее полной замены. Для большинства машин массовых классов эти сроки укладываются в диапазон 36-60 тыс. км пробега или 2-3 год [1].

Тормозная жидкость работает в очень тяжелых условиях. Даже при городском вождении она нагревается до +150°C. Если же нагрузки особо высоки (езда с прицепом, горная дорога, агрессивный стиль вождения и т.п.), то температура тормозной жидкости может достигать +180°C, а при остановке машины кратковременно подскакивать до +200°C [2].

Конечно, тормозные жидкости рассчитаны на такие нагрузки: их заявленные температуры кипения составляют +205...+265°C в зависимости от конкретной марки. Но в процессе работы тормозная жидкость неизбежно поглощает влагу, и температура кипения понижается. Например, если в

течение года тормозная жидкость наберет 2-3% воды, то температура ее кипения снизится на 30-50°C, то есть она может закипеть при 145-160°C [2].

Это абсолютно недопустимо. Происходит так называемая паровая блокировка тормозов: из-за резкого расширения образовавшихся пузырьков часть жидкости выдавливается в резервный бачок, при нажатии педали оставшаяся внизу жидкость не создает нужного давления (она насыщена пузырями), и педаль проваливается.

Все это говорит о том, что тормозная жидкость - вещь весьма серьезная, требующая к себе особого внимания. В чем оно заключается? В контроле за состоянием тормозной жидкости. Для этой цели есть специальные тестеры, выпускаемые разными фирмами (например, тестер Felutest 1405). Это небольшие приборчики с зондами, погружаемыми для зондирования в тормозную жидкость. Зонд нагревается и определяет температуру закипания жидкости с точностью до 3 процентов. А на дисплее высвечивается приговор тестера: срочно заменить, желательно заменить или все нормально. Процесс диагностики занимает не более 45 секунд, что вследствие скажется на безопасности движения.

Кроме температуры кипения, тормозные жидкости должны отвечать другим требованиям.

Отсутствие отрицательного воздействия на резиновые детали. Между цилиндрами и поршнями гидропривода тормозов установлены резиновые манжеты. Герметичность этих соединений повышается, если под воздействием тормозной жидкости резина увеличивается в объеме (для импортных материалов допускается расширение не более 10%). В процессе работы уплотнения не должны чрезмерно разбухать, давать усадку, терять эластичность и прочность.

Защита металлов от коррозии. Узлы гидропривода тормозов изготавливаются из различных металлов, соединенных между собой, что создает условия для развития электрохимической коррозии. Для ее предотвращения в тормозные жидкости добавляют ингибиторы коррозии, защищающие детали из стали, чугуна, алюминия, латуни и меди.

Смазка пар трения. Смазывающие свойства тормозной жидкости определяют износ рабочих поверхностей тормозных цилиндров, поршней и манжетных уплотнений.

Стабильность при высоких и низких температурах. Тормозные жидкости в интервале температур от минус 40 до плюс 100°C должны сохранять исходные свойства (в определенных пределах), противостоять окислению, расслаиванию, а также образованию осадков и отложений. Для наглядного примера приведена табл. 1 [2].

Таблица 1 - Показатели некоторых известных тормозных жидкостей

Наименование показателя	DOT 3	DOT 4	DOT 5	БСК	Нева А	Нева Б	Томь
Температура кипения, °С, не ниже	230	240	260	115	200	195	220
Температура кипения увлажненной жидкости, °С, не ниже	140	155	180	-	140	137	160
Вязкость кинематическая при -40°С, мм/сек., не более	1500	1800	900	-	1500	1500	1500

Для замены, заправки тормозной системы предлагается следующее устройство рис.1.

Устройство прокачивания тормозной системы оснащено внутренней эластичной диафрагмой (2), герметически отделяющей тормозную жидкость, содержащуюся в баке для тормозной жидкости (1), от воздуха, содержащегося в “раздвижном” резервуаре для воздуха (5), позволяя избежать риска эмульсии. Кроме того, оно оснащено третьим резервуаром для воздуха запаса (воздух под давлением 2 бара) (6), который распределяется при помощи регулятора давления (3), что позволяет выполнить прокачивание несколько раз при постоянном давлении, не перезаряжая устройство. Пробка заливки для тормозной жидкости (4) оснащена “указателем запаса”, который оповещает о том, что тормозная жидкость почти закончилась, и клапаном для выпуска воздуха, который используется на этапе включения устройства.

Принцип действия устройства следующее: перед прокачиванием важно наполнить бачок для тормозной жидкости тормозной системы при помощи быстроразъемного соединения устройства прокачивания (рисунок 2).

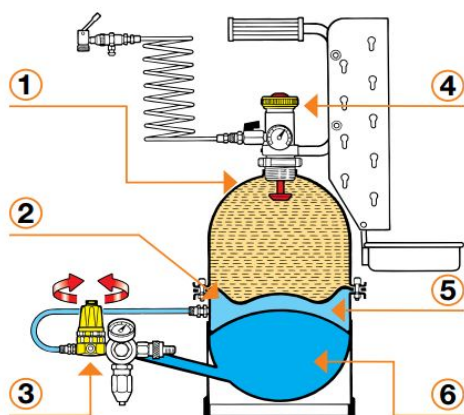


Рисунок 1 Конструктивная схема устройства для прокачивания тормозной системы



Рисунок 2 Наполнение бачка тормозной жидкостью

Удлиненное сопло пробки необходимо погрузить в жидкость во избежание образования эмульсии в системе (рисунок 3).

После чего подсоединяем устройство прокачивания тормозной системы к бачку при помощи быстроразъемного соединения (рисунок 4).

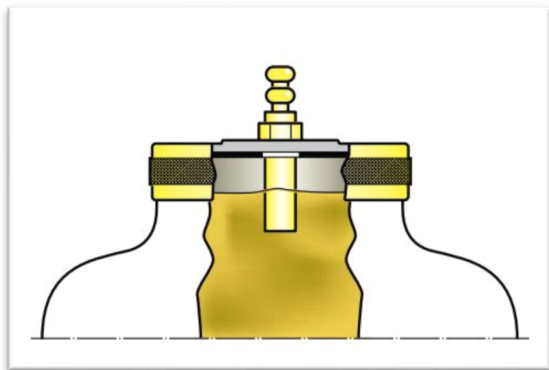


Рисунок 3 Погрузка сопла в тормозную жидкость

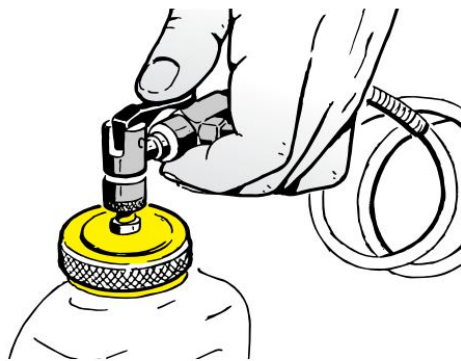


Рисунок 4 Подсоединение устройства для прокачки тормозной системы

После выполнения вышеуказанных действий, включается устройство и выполняем прокачку суппортов, для праворульных машин порядок прокачки суппортов: левый задний, правый задний, левый передний, правый передний. Для леворульных: правый задний, левый задний, правый передний, левый передний.

Выводы. Безотказность тормозов— важнейшее условие безопасности управления автомобилем, поэтому к тормозным жидкостям предъявляются весьма жесткие требования. Но их свойства неизбежно ухудшаются в процессе эксплуатации, что требует полной замены с периодичностью, предусмотренной производителем.

На основании изучения конструкции и принципа действия тормозной системы легковых автомобилей, а также причин снижающих эффективность работоспособности, разработана установка для прокачки тормозной системы. Представлен эскизный проект. Установка для прокачки тормозной системы, значительно сокращает долю ручного труда, а также сокращает время выполнения работы при прокачке или заправки тормозной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. Основы конструкции автомобилей М.: "За Рулем", 2005. – 336 с.
2. Деревянко В.А. Тормозные системы легковых автомобилей М.: "Петит", 2001. – 248 с.

УДК 629.3.027.5.002.8

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

В.Е. Олишевская, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства
Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: olishevskiyg@mail.ru

В.А. Федоскин, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства
Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

А.А. Цапля, студент группы АМГ 13-2
Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

Аннотация. Проведен анализ основных технологических процессов переработки изношенных автомобильных шин, который позволяет корректно формулировать требования, предъявляемые к качеству продуктов переработки, и выполнять выбор экономически и экологически перспективных технологий утилизации шин.

Ключевые слова: автомобильная шина, тепловые технологии переработки шин, криогенные технологии переработки шин.

COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES OF PROCESSING OF MOTOR-CAR TIRES

V.E. Olishavska, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Automobiles and Automobile Economy Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: olishevskiyg@mail.ru

V.O. Fedoskin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Automobiles and Automobile Economy Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

A.A. Tsaplya, Student
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. The analysis of basic technological processes of processing of threadbare motor-car tires is conducted. The analysis allows to formulate correctly the requirements produced to quality of processing products and to execute the choice economic and ecologically perspective of technologies of utilization of tires.

Key words: motor-car tire, thermal technologies of processing of tires.

Введение. Одной из глобальных проблем современности является утилизация изношенных автомобильных шин. Сегодня ежегодной утилизации требует около 800 миллионов шин, и эта цифра постоянно растет с учетом увеличения количества производства автомобилей. Изношенные шины извлекаются из экономического оборота, что делает не возможным их переработку и приводит к потере ценного сырья. Кроме того, огромное количество изношенных шин является источником длительного и устойчивого биохимического загрязнения окружающей среды и создает опасность возникновения пожаров. Поэтому утилизация изношенных автомобильных шин является актуальной и важной проблемой, требующей комплексного решения.

Цель работы. Выбор и обоснование конкурентоспособной технологии переработки автомобильных шин на основе сравнительного анализа.

Связь работы с научными и учебными программами кафедры. Работа выполнена в соответствии с учебной программой подготовки специалистов по специальности “Автомобили и автомобильное хозяйство”.

Материал и результаты исследований. Вопросам утилизации резинотехнических отходов уделялось и уделяется большое внимание в теоретических и экспериментальных исследованиях. Среди ученых можно назвать такие имена, как Вольфсон С.А., Добряков Н.Д., Белозеров Н.В., Ефремов В.С., Лепетов В.А., Иванова В.Н., Рагулин В.В., Малкин Х.Э., Бысрыгин В.В., Дуденков В.Ф., Карпов С.Н., Кротков Л.Н., Кошелев В.В., Ищенко А.А.

Анализ рынка потребления изношенных автомобильных шин на примере США показал, что сегодня 75,5 % шин используются в виде топлива, 10,2 % – в виде продуктов измельчения, 7,4 % – поставки на экспорт, 5 % – в гражданском строительстве и 1,9 % – остальные методы. В Германии перерабатывается 15 % изношенных шин, в Великобритании и Франции – по 6 %. Евросоюз поставил следующие задачи: увеличить количество перерабатываемых шин до 60 %, увеличить количество восстановленных шин – до 25...30 %, а вывоз шин на свалки прекратить.

Сегодня одним из наиболее распространенных методов утилизации шин является их использование в виде топлива [1]. Теплота сгорания шин составляет 25...35 мДж/кг, что сравнимо с теплотой сгорания каменного угля. В данном случае шины используются как материал – заменитель угля и мазута. Сжигание автомобильных шин в первую очередь осуществляется в цементной промышленности и на теплоэлектроцентралях. Данный метод утилизации шин имеет исторические причины, так как на протяжении долгих лет оставался дешевым способом получения энергии. Однако с

развитием науки и техники сжиганию шин отводится очень скромная роль. Это связано с тем, что сжигание шин, с одной стороны, не является решением научно-технической проблемы и тормозит разработку новых методов их переработки, а, с другой стороны, приводит к загрязнению окружающей среды. Известно, что при горении шин в больших количествах образуются такие вредные вещества как CO, CO₂, SO₂, C_{тв} (сажа), хлорированный диоксин, фуран и др. Наличие цинка и металлического корда увеличивают попадание в атмосферу вредных веществ и усложняют обслуживание соответствующих установок. Низкая эффективность данного способа безвозвратной утилизации ценного сырья усугубляется и существенными расходами на транспортировку изношенных шин к предприятиям для их сжигания.

Другим методом утилизации шин является их поставка на экспорт без последующей переработки. Основными покупателями таких шин являются развивающиеся страны, в которых предъявляются более низкие требования к качеству шин.

В некоторых странах автомобильные шины подвергают капитальному ремонту. При ремонте может восстанавливаться протектор шины или протектор и боковины. Восстановление шин является экологическим способом, позволяющим продлить срок эксплуатации шины и экономить ресурсы (например, на изготовление шины затрачивается 35 л нефти, а при восстановлении – 5 л нефти). В США восстановление автомобильных шин практически не выполняется, в Японии восстанавливается каждая десятая шина, в Германии – каждая пятая, а в Нидерландах – каждая третья.

Другим широко распространенным методом утилизации шин является их хранение на свалках. Сегодня число автомобильных шин, которые находятся на свалках во всем мире, оценивается в миллиарды штук. В Украине 65 % шин вывозится на свалки. Вывоз автомобильных шин на свалки имеет негативные экономические и экологические последствия: данный способ использования шин можно приравнять к уничтожению ценных вторичных ресурсов; разложение изношенной шины в земле длится более 100 лет; требуется увеличение площадей, что при дефиците земельных участков и росте их рыночной стоимости увеличивает затраты на вывоз и хранение шин. Форма шин и черный цвет приводят к тому, что на свалках создаются идеальные условия для размножения паразитов, передающих болезни. Поэтому свалки шин представляют недооцененную опасность для здоровья людей. Шины негативно влияют и на ландшафт. Но наибольшую опасность представляют шины с точки зрения пожаробезопасности. Пожары на свалках шины очень тяжело тушить, что подтвер-



ждают пожары свалок в США, Канаде, Великобритании. Например, в Онтарио на свалке горело более 12 миллионов шин на протяжении месяца.

Временным решение проблемы утилизации шин может быть их использование для укрепления откосов, стабилизации грунта в дорожном строительстве, в сельском хозяйстве, на игровых площадках.

Более перспективными методами переработки изношенных шин являются технологии их измельчения. Такая переработка предусматривает разделение резинового материала шин на составляющие компоненты: резину, сталь, текстиль и последующую обработку с целью создания новых материалов.

Долгое время считалось, что шины невозможно перерабатывать именно из-за комплексного соединения разных материалов. Сегодня такая переработка возможна в нескольких вариантах: пиролиз, тепловые и криогенные технологии переработки. Основное преимущество этих технологий заключается в возможности сохранения исходного ценного сырья и его повторного использования.

Технология пиролиза заключается в разделении автопокрышки под действием теплоты на твердые, жидкие и газообразные вещества. Пиролиз применялся во многих странах: Франции, Германии, Великобритании, России, Украине и многих других. Многообразные разновидности пиролиза отличаются температурным режимом (низко-, средне- или высокотемпературный пиролиз) и типом реактора. В результате пиролиза получают: твердые вещества – сталь, сажу; жидкие вещества – пиролизное масло и газообразные вещества – водород.

Оценка технологического процесса проведения пиролиза, затрат на переработку и качества получаемой продукции позволяет сделать следующие выводы:

- при проведении пиролиза возникают проблемы обеспечения безопасности и герметизации транспортной системы реактора;
- требуются высокие производственные расходы, что делает пиролиз нерентабельным;
- при низко- и среднетемпературном пиролизе происходят температурные колебания, в результате которых реакции протекают не полностью и образуются такие ядовитые вещества, как диоксин и фуран;
- при высокотемпературном пиролизе расходы значительно превышают прибыль от продажи продуктов переработки;
- в результате нестационарного температурного режима пиролиза получаемая продукция имеет низкое качество.

Перечисленные недостатки пиролиза, и в первую очередь, низкое качество продуктов переработки и высокие производственные расходы, ли-

шают пиролиз экономически рентабельной альтернативы другим методам переработки использованных шин.

Тепловые технологии переработки изношенных шин заключаются в измельчении шин путем резки, рубки, трения или разрыва при температуре окружающей среды. В процессе переработки резиновый материал сохраняет свои высокие эластические свойства, поэтому большая часть энергии расходуется на деформацию материала, а не на его разрушение. В результате резиновый материал сильно нагревается, что приводит к термическому окислению поверхности и выделению дымовых газов. Для предотвращения нагрева резиновых материалов требуется охлаждение.

Одна из первых комплексных технологий по механической упруго-деформационной переработке изношенных шин на основе экструзивного измельчения в двушнековых экструдерах была создана НПО «Росполимер» (Россия, Москва). Сегодня эта технология применяется в России, Китае и Чехии. Широкое использование технологии и оборудования по экструзивному измельчению было положено в основу разработок ООО «Рекрия Инжиниринг». Согласно технологической схеме шины подаются на шиноразделочные станки для удаления бортовых колец и съема протекторного слоя резины. Затем резина подается в дробилку второй ступени, откуда полученная крошка при помощи шнекового транспортера поступает в приемный бункер экструдера-измельчителя. Полученные в экструдере мелкодисперсные резиновые порошки сортируются по трем фракционным типоразмерам: 0,1...0,5 мм; 0,5...1,5 мм и 1,5...2,0 мм и расфасовываются.

Анализ тепловых технологий переработки шин позволяет сделать следующие выводы:

- тепловые технологии утилизации шин являются сегодня наиболее широко распространенными;
- тепловые технологии позволяют использовать оборудование, которое применяют в других областях переработки вторичного сырья;
- тепловые технологии не требуют специальных ноу-хау;
- в результате тепловой переработки продукция имеет недостаточную степень чистоты;
- получаемые резиновые частицы имеют неправильную форму, что влияет на сыпучесть полученной продукции;
- изменение химико-физических свойств поверхности резиновых частиц приводит к ухудшению качества продукта переработки.

Наиболее современной технологией утилизации автомобильных шин являются криогенные технологии. Первая промышленная установка по криогенной переработке начала функционировать в 1979 г. в США (компания «Мид-вест Эластомерикс, штат Огайо»). Активные работы в данной об-

ласти проводились также в Германии, Великобритании, Италии, Швеции, Японии и других странах. В Российской Федерации решением данной проблемы занимались ИХФ им. Н. Семенова, РАН, МИТХТ им. М. В. Ломоносова, ОАО «Тушинский машиностроительный завод», ООО «Капрокон», ЗАО «Экошина», ООО «Рекрия-Инжиниринг», ОАО Сланцевый завод «Полимер», ЗАО «Камские экологические технологии», ТОО фирмы «АСТОР», ЗАО «Троицкая технологическая Лаборатория» [2]. В Украине криогенной технологией занимались Научно-исследовательский институт крупногабаритных шин (г. Днепропетровск), Украинский научно-исследовательский институт металлургического машиностроения (г. Славянск), Донбасская государственная машиностроительная академия (г. Краматорск). В общем случае криогенная технология переработки шин включает в себя следующие технологические операции: первичное измельчение, охлаждение до заданных температур, криогенная переработка, магнитное и аэровоздушное сепарирование, разделение по фракциям, накопление и расфасовку. Технологическая схема, предложенная украинскими специалистами предполагает возможность утилизации автомобильных шин массового ассортимента, а также крупно- и сверхкрупногабаритных шин. Первичное измельчение предлагается осуществлять при помощи ленточных пил различной конструкции, вторичное измельчение – при помощи шредеров, охлаждение измельченных фрагментов до температур $-80...-100$ °С при помощи жидкого азота, криогенную переработку – при помощи вальцов или молотковых дробилок. Производительность линии составляет 7,0 тысяч тонн в год по исходному сырью, установленная мощность 745 кВт, расход жидкого азота 6,0 тысяч тонн в год.

Аналогичные по структуре, но отличающиеся концептуально по отдельным позициям криогенные технологии утилизации были разработаны и рядом других организаций. ИВТАН (Россия) и ИПМ (Украина) провели исследования по взрывному первичному измельчению крупногабаритных шин с одновременным отделением корда.

Анализ криогенных технологий переработки шин позволяет сделать следующие выводы:

- исключение перегрева резины и ее осмоления позволяют получать высокое качество продукции переработки;
- отсутствие окисления поверхности частиц сохраняет структуру полимера;
- гладкая поверхность получаемых частиц обеспечивает хорошую сыпучесть и высокую насыпную плотность продукции;
- легкое отделение металлического корда и ткани обеспечивает высокую чистоту резиновой крошки (99,9 %);

- криогенное измельчение снижает затраты энергии;
- криогенной технологией могут перерабатываться шины любой конструкции и габаритных размеров;
- уменьшается пожарная опасность технологического процесса;
- улучшаются санитарно-гигиенические условия труда (отсутствуют запахи, пыль; снижается производственный шум).

Следует отметить, что наряду с высокой производительностью процесса и высоким качеством получаемой продукции, криогенные технологии имеют и ряд недостатков:

- температура используемого жидкого азота составляет $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, что значительно ниже температуры стеклования измельчаемой резины, а это приводит к повышенным термодинамическим потерям и к повышенным энергетическим затратам;
- при использовании привозного жидкого азота потери при его транспортировке, сливе-наливе и хранении составляют 30 %;
- теоретический расход жидкого азота составляет 0,5 кг на один кг обрабатываемого сырья, а на практике данный расход может составлять 0,8 кг азота на кг сырья.

Количественные показатели сравнительного анализа наиболее перспективных тепловых и криогенных технологий переработки изношенных шин приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели различных технологий переработки изношенных автомобильных шин с промышленным производством 7 тысяч тонн резиновых порошков в год

Наименование технико-экономического показателя	Каскадное измельчение при положительных температурах	Криогенная переработка
Количество дополнительных стадий измельчения	3	3
Производственные площади, м ²	700...1500	700...1500
Удельные энергозатраты, кВт·ч/т	1800...2000	600...700
Дополнительные вентиляционные системы	3	3
Дополнительные выбросы в атмосферу	+	+
Используемые хладагенты	-	До 1 кг жидкого азота на 1 кг измельченной резины
Рентабельность производства без учета государственных дотаций, %	22	17

Выводы. Индустриализация общества и ускорение научно-технического прогресса приводят к стремительному росту актуальности вопросов утилизации и вторичного использования изношенных автомобильных шин. Ежегодно в мире образуется около 800 миллионов изношенных шин. В Украине ежегодно подлежит утилизации более 230 тысяч тонн крупно- и сверхкрупногабаритных шин, большая часть которых складывается или выбрасывается в отвалы, занимая полезные площади и создавая угрозу окружающей среде. В г. Днепропетровске количество утилизируемых шин составляет более 7000 тонн в год, а по области – свыше 10000 тонн в год. Учитывая, что в г. Днепропетровске предприятий по переработке изношенных шин в резиновую крошку не имеется, то можно сказать, что в городе назрела острая необходимость в срочном решении данной экологической проблемы.

Изношенные автомобильные шины являются источником длительного и устойчивого загрязнения окружающей среды в результате высокой стойкости резиновых материалов по отношению к воздействию солнечного света, влаги и других природных факторов.

Специфика резиновых материалов делает необходимым проведение широкого круга исследований по повышению степени научной обоснованности принимаемых технических решений и по повышению эффективности промышленных производств, позволяющих повторно использовать ценное сырье.

В настоящее время наиболее перспективными технологиями утилизации изношенных шин можно считать криогенные технологии переработки. Вторичное использование утилизированных шин способствует экономии исходных, остродефицитных и весьма дорогостоящих сырьевых ресурсов при одновременном расширении номенклатуры и увеличении объемов производства готовых изделий. Измельчение изношенных шин обеспечивает возможность их вторичного использования в автомобильной, добывающей, химической, строительной и ряде других отраслей.

Материалы работы могут быть использованы студентами при изучении дисциплины «Ресурсосберегающие технологии при проведении ремонта».

ЛИТЕРАТУРА

1. Коржавин Ю. А. Ресурсозберігаючі технології технічного обслуговування і ремонту автомобілів / Ю. А. Коржавин, О. М. Коробочка. – Дніпродзержинськ: вид-во ДДТУ, 2007. – 182 с.
2. Емченко Е. А. Оборудование и технологии измельчения резинотехнических отходов / Е. А. Емченко. – Харьков: изд-во УИПА, 2011. – 228 с.

УДК 539.37/38

СТВОРЕННЯ БУРОВОГО ІНСТРУМЕНТУ З ВИСОКИМ РЕСУРСОМ І ВЛАСТИВОСТЯМИ

Ю.В. Савченко, старший викладач кафедри технології гірничого машинобудування Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна, E-mail: savcheny@ua.fm

Анотація. Показано принципову можливість використання ударно-хвильової обробки, як фактора стимулюючого процеси руйнування порошкових виробів будь-якої конфігурації, з метою отримання високоякісного порошку для подальшої формовки, спікання та виробництва інструменту різного призначення, запропонована екологічно чиста технологія переробки надтвердих матеріалів.

Ключові слова: твердий сплав, металокераміка, вольфрам, кобальт, переробка відходів.

CREATING A DRILLING TOOL WITH HIGH OF RESOURCES AND PROPERTIES

Y. Savchenko, Senior Lecturer, Department of Mining Engineering State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, E-mail: savcheny@ua.fm

Abstract. The principal possibility of using shock-wave treatment as a factor stimulating the processes of destruction of powder products of any configuration, in order to obtain high-quality powder for further molding, sintering and production tool for different purposes, offered environmentally friendly technology for processing of superhard materials.

Keywords: tungsten carbide, metal, tungsten, cobalt, recycling of waste.

Введення. Видобуток корисних копалин і відходи, що утворюються при цьому, є одним з головних джерел забруднення навколишнього середовища. Промислові і побутові відходи металів, особливо важких і рідкісних, у вигляді розчинних солей, потрапляючи у водні басейни (річки, озера, водоносні шари землі), представляють серйозну загрозу здоров'ю людства, тваринному і рослинному світу. Тому одним з важливих шляхів скорочення здобичі руд є утилізація і переробка відходів - вторинної сировини в промисловості.

Найкрупніше джерело вторинного вольфраму - твердосплавне виробництво, на частку якого доводиться більше половини споживаного вольфраму.

Вольфрам, кобальт і нікель, основні компоненти для виробництва твердих сплавів - гостродефіцитні метали. В умовах України відходи твердих сплавів можуть майже на 50 % заповнити потребу в сировині для виробництва твердих сплавів. У зв'язку із значно збільшеною необхідністю використання вторинної вольфрамової сировини створення ефективної технології його переробки придбаває виняткову важливість. Існуючі способи переробки відходів твердих сплавів включають десятки технологічних операцій. Не дивлячись на постійне вдосконалення технології і устаткування, кожна операція супроводжується неминучими витратами сировини, матеріалів і порівняльне великими втратами і викидами продуктів і реагентів. Частина їх потрапляє в оточуючу середовище. Тому при виборі технології переробки відходів необхідно враховувати їх походження, ступінь чистоти і однорідності.

Існує декілька методів регенерації відходів вольфрамокобальтових твердих сплавів: піро- і гідрометалургійний, хімічний (хлорний, цинковий), термохімічний і із застосуванням енергії вибуху бризантних вибухових речовин. Перші два способи складні, багатостадійні і трудомісткі, припускають наявність устаткування, стійкого в агресивних середовищах, а також великої витрати електроенергії. Кінцевими продуктами при цих способах є складні з'єднання вольфраму, що вимагають додаткової переробки. Крім того, всі вони пов'язані з шкідливими умовами праці, погіршенням екологічної обстановки.

Гідрометалургійна технологія включає сплав відходів з селітрою з подальшим вилуговуванням сплаву в слабких розчинах вольфраму натрію. І далі всі операції проводять так само як при переробці вольфрамових концентратів. Вказана технологія дозволяє одержувати вольфрамовий ангідрид і окисел кобальту високої чистоти. Цей спосіб незамінний при переробці відходів, неоднорідних по складу і забруднених іншими домішками (відпаяні пластини, різні марки сплавів і т.п.).

Окислювально-відновний спосіб цікавий тим, що тут використовується те ж саме устаткування, що і для виробництва твердих сплавів. Метод полягає в тому, що кускові відходи (ретельно обчищені, групи ВК) окисляють, розмелюють, відновлюють, одержуючи суміш вольфраму і кобальту. Одержану суміш металів карбидізують і далі переробляють за типовою технологією виробництва твердих сплавів.

Термохімічний спосіб, що полягає в окисленні відходів з подальшим відновленням і карбидізацією окислених продуктів, має декілька варіантів, які можна умовно розділити на дві групи: традиційні технології, в яких для карбидізації використовується сажа і, так звані "безсажні" технології, що

передбачають проведення карбидизації в метановодневому газовому середовищі.

В обох випадках окислений продукт відновлюється у водні, а потім відновлені порошки або шихтують з сажею і карбидизують у водні, або безпосередньо вуглецюють метановодневою сумішшю.

Проте склади цієї суміші, що застосовуються, не забезпечують стабільності одержуваних твердосплавних сумішей за змістом вуглецю. Тому для регулювання складу одержуваних порошків по вуглецю необхідно застосовувати різні прийоми, значно ускладнюючі технологію.

Цинковий метод заснований на тому, що кобальт як зв'язка твердих сплавів при температурі 600-800°C розчиняється в рідкому цинку, що кінець кінцем, приводить до руйнування твердосплавних виробів.

Розробка і виробництво боєприпасів інтенсивно велися у військовий і післявоєнний час. На військових складах і в арсеналах країни скопилася величезна їх кількість, у тому числі більше 1,6 млн. тонн підлягають утилізації [1]. Якщо застарілі боєприпаси виявилися непотрібними, то їх компоненти, зокрема високоякісні метали, цілком придатні для використання.

Ціль роботи. Вперше в світі розроблена промислова високоефективна технологія виробництва ріжучого, руйнуючого і формоутворювального інструменту з вольфрамокобальтових і вольфрамонікелевих сплавів шляхом прямої регенерації вторинної сировини без використання термохімічних і металургійних методів [2].

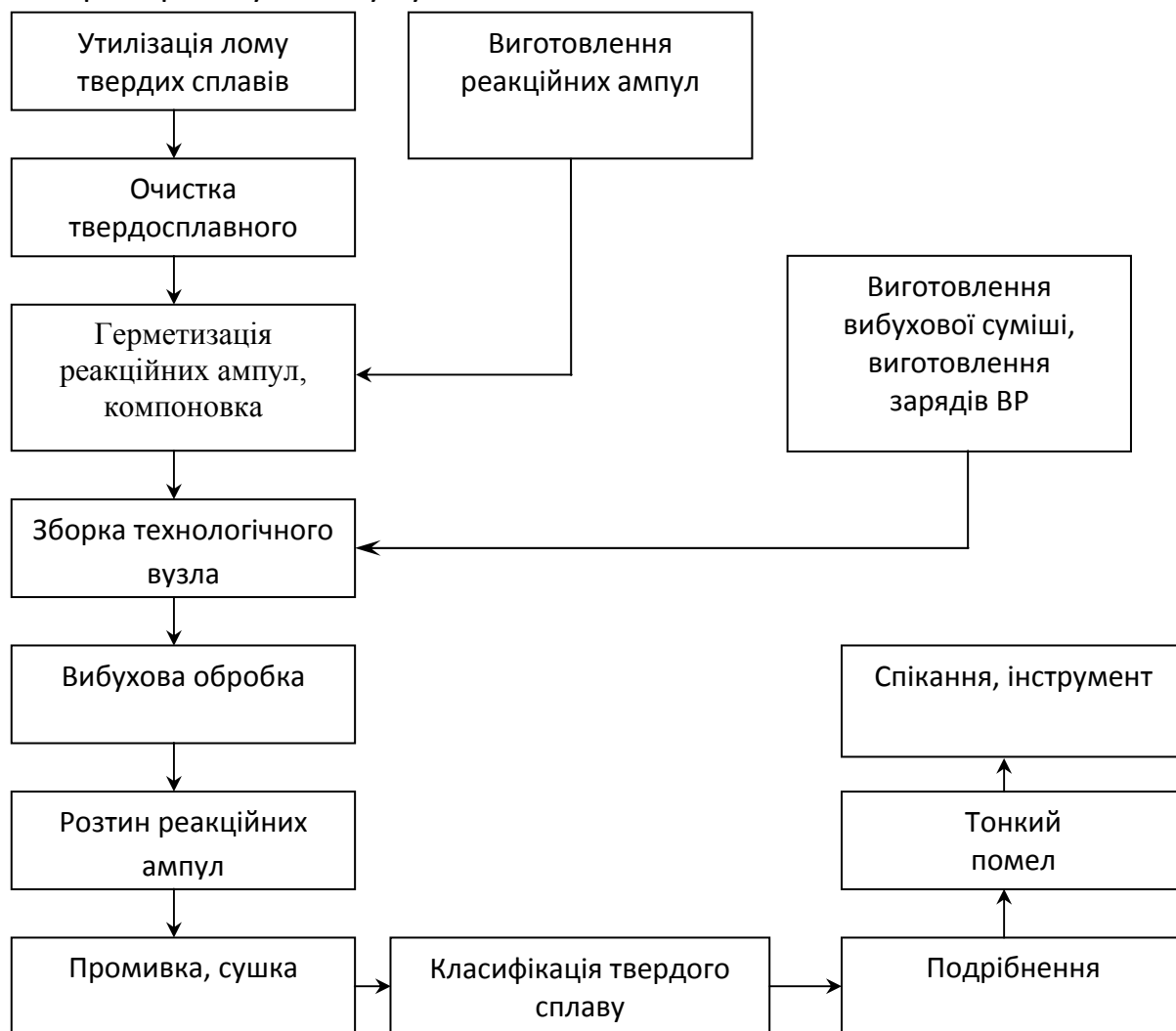
Технологія принципово відрізняється від існуючих високими техніко-економічними показниками, продуктивністю, малою енергоємністю і екологічною чистотою.

Матеріал і результати досліджень. Нова технологія об'єднує технологічні потоки утилізації твердосплавного лому, виготовлення реакційних ампул, приготування вибухової суміші і зарядів ВВ, регенерацію, класифікацію, тонкий помел і спікання, реалізація яких і забезпечує отримання готової продукції (мал. 1).

Відновлення вольфрамосодержащей суміші здійснюється в умовах дії високих градієнтів тиску і швидкостей навантаження в реакційних циліндрових ампулах, що піддаються вибуховому навантаженню, детонацією осесиметричного заряду вибухової речовини, що генерується (ВР).

Як основна початкова сировина використовуються вольфрамокобальтовий виробничий лом (волочи, облямовування, різці, зубки, бурові вставки і т.п.), вольфрамонікелеві броньбійні сердечники снарядів, а також відходи при виробництві дроту і виробів з чистого вольфраму і карбиду бору. З метою локалізації впливу високих температур, що виникають у

результаті адіабатичного ударно-хвильового стиснення речовини, робочий простір ампули вакумувався.



Мал. 1 Технологічна схема регенерації твердого сплаву в ударних хвилях.

Металокерамічні тверді сплави відносяться до гетерогенних сумішей, в середовищі яких є поверхні, на яких відбуваються розриви будь-яких мікроскопічних параметрів. Відомі результати теоретичних і експериментальних досліджень показують, що наявність в середовищі компонентів з різною стисливістю, густиною, нерівномірністю розподілу їх за об'ємом, обумовлюють істотну різницю в природі розповсюдження ударних хвиль від місця, що має, в однорідних компактних середовищах [3]. Слід зазначити, що на відміну від класичних механіко-термічних способів дії, що мають обмежену нагоду, як по механічному, так і фізико-хімічному впливу, ударно-хвильова обробка вносить зміни в структуру на всіх масштабних рівнях.

Проведені дослідження впливу навантаження на реакційну здатність порошків показали істотне підвищення внутрішньої енергії, що значно прискорює процеси компактування і спікання порошків.

Окрім цього, збільшення кількості і густина дефектів (дислокацій) приводить до зниження енергоємності процесу подрібнення в результаті ударної обробки.

Тривалість процесу помелу порошку обробленого вибухом, більш ніж в 30 разів менше в порівнянні з існуючою технологією помелу, що сприяє зниженню енергоспоживання процесу подрібнення на 25-30%.

В таблиці 1 приведені фізико-механічні властивості розробленого вперше нового сплаву, одержаного переробкою відходів конверсійного лому із сплаву WC+Ni і додаванням кобальту.

Таблиця 1 – фізико-механічні властивості розробленого сплаву

Марка сплаву	Межа міцності при вигині, Н/мм ²	Густина, г/см ³	Твердість, HRA
WC+Ni	1519	14.02	85
Новий сплав ВНК WC+Ni+Co	2100	14.15	90.5

Сплав двофазний, пористість за об'ємом складає менше 0,1 %, фаза типу η1 відсутній, зв'язка розподілена рівномірно, товщина прошарку 0,5мкм, зернистість рівномірна 1-2 мкм.

Висока ефективність нової технології підтверджена промисловими випробуваннями різців ЗР4-80 виконавських шнекових органів вугільного комбайна типу 1К101У для виїмки вугілля з пласта потужністю m=1м при тому, що притяв порід кривлі m=0.43 м (піскуватий сланець).

З використанням експериментальних різців ЗР4-80 здобуто більше 3000 тонн вугілля. Експериментальні різці мали переваги в порівнянні з традиційними, оскільки не було помічено фарбування і відривів твердосплавної ріжучої пластини від державки. Витрата експериментальних різців на 75 % менше ніж різців, серійно що виготовляються заводами України і Росії.

Різці РКС-1С у кількості 38 штук були встановлені для випробувань на шахті "Павлоградська" на комбайн ГПКС-1 в забої 551 бортового штреку пласта С5. Проходка вироблення здійснювалася по дюрено-клареновому фізенизованому пласту з міцністю вугілля - 2 за шкалою Протодьяконова, арґеліт, міцність 1,5-2,0, ґрунт - аревроліт міцність 1,В-2 мм. Різці РКС-1С відпрацювали в лаві 24 повних зміни. Основна причина виходу з ладу - повне стирання вставок, відрив вставок від утримувача не спостерігався.



Зубки ЗР4-80М 16 штук були встановлені для випробувань на комбайн КА-85 в лаві 555, пласта С5. Виїмка вугілля здійснювалася по дюрено-клареновому, фюзенизованому пласту з міцністю вугілля - 3-4 за шкалою Протодьяконова. Зубки ЗР4-80М відпрацювали в лаві 24 повні робочі зміни. Основна причина виходу - повне стирання пластин, відрив пластин від утримувача не спостерігався.

На підставі проведених випробувань зубки ЗР4-80М показали результат якості, тривалість роботи і можуть бути рекомендовані для серійного виробництва і використання.

Експортуючи високоякісний лом, Україна одночасно імпортує в країну твердосплавний інструмент, причому об'єм імпорту постійно зростає. Це обумовлено високою концентрацією в Україні металургійних, машинобудівних і гірничодобувних підприємств — основних споживачів інструменту.

Промислове освоєння вказаної технології, причому в можливо короткі терміни, дозволяє вирішити декількох найважливіших для економіки України проблем:

утилізацію лому надтвердих матеріалів і сплавів з їх подальшим відновленням і відповідно значною економією стратегічної сировини;

використовування нової технології з виключенням вживання малоефективних способів переробки дефіцитної сировини і випуск продукції світового рівня якості;

поступова відмова від імпорту у бік твердосплавного металокерамічного інструменту;

зменшення, а потім і відмова від експорту за межі України лому стратегічних матеріалів і сплавів, з переходом до експорту готових виробів-порошків і інструменту, що значно збільшить валютні надходження в країну.

Висновок. Показана принципова можливість використання ударно-хвильової обробки, як чинника стимулюючого процесу руйнування порошкових виробів будь-якої конфігурації, з метою отримання високоякісного порошку для подальшого формування, спікання та виробництва інструменту різного призначення, запропонована екологічно чиста технологія переробки надтвердих матеріалів, металокерамічних складових застарілої військової техніки і різних видів боєприпасів.

ЛІТЕРАТУРА

1. В. Шикунів, Новая жизнь корпусов снарядов. - Военный парад, Москва, 7, 1997. - С. 37-39.
2. Патент №15322, МКИ В22F 3/08, 3/12; С22В 34/36 (Україна). Дідик Р.П., Савченко Ю.В., Вьюнник О.М. та ін. Спосіб регенерації вольфрамівмісних твердих сплавів. - Бюл. № 6. - 2000.

3. К.П. Станюкович. - Неустановившиеся движения сплошной среды. М., 1978 - С. 421-430.

УДК 622.33; 622.82; 622.272; 631.41

СОВМЕСТНОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ УГЛЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И ПРОМЫШЛЕННОГО ЭНЕРГОПАРКА

С.В. Тарасов, кандидат технических наук, заведующий отделом технической механики и энергетических систем

Институт транспортных систем и технологий НАН Украины «Трансмаг», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: tsv@westa-inter.com

А.А. Буряк, научный сотрудник отдела сверхпроводящ. магнитных систем

Институт транспортных систем и технологий НАН Украины «Трансмаг», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: alexander.buryak@gmail.com

В.Ю. Скосарь, кандидат физико-математических наук, ст. научный сотрудник отдела электротехнических комплексов транспортных средств

Институт транспортных систем и технологий НАН Украины «Трансмаг», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: svu@westa-inter.com

Аннотация. Предложено направление в решении задач энергообеспечения и энергосбережения путем создания автономных промышленных энергопарков вблизи угольных месторождений. В энергопарк интегрированы углеэнергетическое предприятие и товаропроизводящие заводы, управление энергопарком осуществляется за счет «Smart Grid».

Ключевые слова: энергообеспечение, энергосбережение, автономный промышленный энергопарк, углеэнергетическое предприятие, аккумуляторный завод, Smart Grid.

AN COMBINED FUNCTIONING OF THE COAL-BASED ENERGY PLANT AND THE INDUSTRIAL ENERGY PARK

S. Tarasov, Candidate of technical Science, Head of the Department of Technical Mechanics and Energy Systems

Institute of Transport System and Technologies NAS of Ukraine "Transmag", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: tsv@westa-inter.com

A. Buryak, Scientific Researcher of Department of Superconducting Magnetic Systems

Institute of Transport System and Technologies NAS of Ukraine "Transmag", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: alexander.buryak@gmail.com

V. Skosar, Candidate of physical-mathematical Science, Scientific Researcher of electrotechnical complexes means of transport

Institute of Transport System and Technologies NAS of Ukraine "Transmag", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: svu@westa-inter.com

Abstract. A solution to the energy-supply and energy-saving problems is proposed based on the creation of the autonomous industrial energy parks near coal deposit fields. The energy park integrates the coal-based power plants and manufacturing plants, and is managed based on the «Smart Grid» system.

Keywords: energy-supply and energy-saving problems, autonomous industrial energy park, coal energy concern, accumulator works, Smart Grid.

Введение. Учитывая, что обеспеченность мировой экономики запасами угля значительно больше, чем по нефти и газу, то перспективным направлением в решении задачи энергообеспечения может быть создание углеэнергетических предприятий высокого технологического уровня. Такие предприятия способны также внести существенный вклад в решение задач ресурсо- и энергосбережения (комплексного использования угля, углепластового метана, серы и др.), способны минимизировать загрязнение окружающей среды в процессе производства электроэнергии (э/э) [1]. Для Украины это – первоочередные задачи. В углеэнергетических предприятиях добыча и переработка угля, а также выработка э/э локализованы в одном месте и рационально объединены. Это позволяет повысить интегральный КПД (от извлечения угля до выработки э/э) по сравнению с тем интегральным КПД, который реально задавался цепью отдельных операций на отдельных предприятиях: угледобычи, переработки угля, транспортировки угля, производства э/э. Опытно-промышленные установки первых углеэнергетических предприятий были реализованы в США [1, 2]. Для нас может представлять интерес проект «Вэбэш Ривер» (Wabash River) в штате Индиана (США), углеэнергетическое предприятие, ориентированное на переработку высокосернистого угля за счет его газификации. Побочными продуктами являются жидкая сера и угольный шлак. КПД достигает 50%, выбросы сернистого газа уменьшаются на 99%, оксидов азота – на 95% по сравнению с обычной ТЭС [1].

Другим важным мировым направлением решения задач энергообеспечения и энергосбережения являются разработки в области энергетики, объединяемые общим термином «Smart Grid», причем некоторые проекты обсуждаются в Украине. Интеллектуальная сеть «Smart Grid» есть система подключённых к генерирующим источникам э/э и потребляющим электроустановкам различных программно-аппаратных средств, информационно-аналитических и управляющих подсистем с целью обеспечения надёжной передачи э/э от источника к потребителю в нужное время, в необходимом количестве и качестве. Преимущества «Smart Grid»: существенное

уменьшение потерь при передаче э/э от генератора к потребителю, увеличение надежности энергоснабжения, расширение возможности оптимально перераспределять энергетические потоки, уменьшая пиковые нагрузки, а также появление возможности потребителю интерактивно работать на рынке э/э, выбирая среди генерирующих компаний. Важным преимуществом умной сети является и то, что она может интегрировать в себя возобновляемые источники энергии (ВИЭ), которыми сложно управлять, поскольку они зависят от силы ветра, яркости солнца и др. факторов [3, 4]. Конкретным полем применения системы «Smart Grid» может стать разработка наших специалистов - промышленный энергопарк, включающий силовую подстанцию, группу ВИЭ и аккумуляторный завод [5].

И третье. Угольная промышленность во многих странах, в том числе, в Украине вынуждена применять меры на закрытых и закрывающихся шахтах для обеспечения охраны окружающей среды, извлечения запасов полезных ископаемых (например, метана) инновационными способами, а также вводить совокупность экономических и социальных мер на депрессивной территории – post-mining. Новым научным вкладом можно считать разработку концепции предупреждения всех перечисленных проблем горнодобывающей промышленности, которую предложено обозначить понятием synchro-mining. В случае synchro-mining речь идет об активных инженерно-технических, экономических и социальных мероприятиях в зоне угольных разработок и всей окружающей территории еще на стадии проектирования и начала эксплуатации месторождений, и вплоть до их закрытия. К инженерно-техническим мероприятиям, известным по мировому опыту эксплуатации старых шахт, можно отнести: подземную газификацию угля, очистку и обессоливание шахтных вод для их дальнейшего использования, создание тепличных комплексов и пр. [6, 7].

Представляется актуальным такое направление решения задач энергообеспечения и энергосбережения, которое включает передовые достижения: создание углеэнергетических предприятий; применение «Smart Grid» в промышленных энергопарках; проведение мероприятий synchro-mining.

Цель работы. Предложить решение задач энергообеспечения и энергосбережения на пути совмещения передовых достижений в области углеэнергетических предприятий; управления потоками ресурсов и энергии за счет внедрения интеллектуальной сети; проведения мероприятий synchro-mining.

Материал и результаты исследований. Нами предлагается следующее решение: интегрирование углеэнергетического предприятия с товаропроизводящими заводами, которые за счет этого будут обеспечены э/э



и продуктами переработки угля. Указанный интегрированный комплекс станет автономным промышленным энергопарком, который не только обеспечит э/э интегрированные в него заводы, но и будет способен производить э/э для внешних потребителей. Энергопроизводящим предприятием должно стать предприятие по типу «Вэбэш Ривер» мощностью 265 МВт, способного ежедневно перерабатывать 2544 тонн сернистых углей Донецкого бассейна Украины (и РФ), или бурых углей с большим количеством серы и золы Днепровского бассейна Украины (и Подмосковского бассейна РФ). Товаропроизводящим предприятием можно считать аккумуляторный завод мощностью 7 млн. свинцово-кислотных аккумуляторных батарей в год (19178 штук в сутки), потребляющий порядка 12 МВт (как, например, аккумуляторное производство МНПК «ВЕСТА», г. Днепропетровск). Другим товаропроизводящим предприятием можно предложить завод по изготовлению строительных материалов из угольного шлака. На углеэнергетическом предприятии добывают уголь, газифицируют его, топливный газ сжигают в газовой турбине, полученный пар высокого давления подают на паровые турбины, на электрогенераторах вырабатывают э/э, которую подают во внешнюю электросеть и на аккумуляторный завод (а также на завод строительных материалов). Аккумуляторный завод интегрирован с углеэнергетическим предприятием в единый комплекс. ВИЭ, как дополнительные энергоисточники, функционально разделены на две группы: первая группа расположена на территории энергопарка и включает преимущественно солнечные коллекторы, тепловые насосы и солнечные батареи; вторая группа в виде ветроустановок поставлена по территории отвалов угольных пород и шлаков и дополнительно выполняет ветрозащитную функцию, уменьшая интенсивность разноса пылевых фракций и уменьшая эрозию отвалов. Углеэнергетическое предприятие и товаропроизводящие заводы соединены каналами массопереноса, по которым транспортируются серная кислота для заводов, а также топливный газ и горячий пар. Система управления автономным промышленным энергопарком должна быть исполнена в виде «Smart Grid», и включать специализированные датчики (температуры, давления, расхода и пр.), встроенные в соответствующие узлы энергопарка и соединенные с центральным процессором, который оценивает текущую информацию и подает управляющие команды узлам энергопарка, регулируя энергетические и материальные потоки внутри энергопарка. На рис. представлена схема автономного промышленного энергопарка. Добытый уголь 1 поступает на углеэнергетическое предприятие 2, где проводится его газификация, с выработкой э/э и получением серной кислоты (H_2SO_4) и угольного шлака. Основная часть э/э подается в региональную энергосеть, а часть э/э, топлив-

ного газа и горячего пара подаются на аккумуляторный завод 3. Угольный шлак может быть направлен на завод строительных материалов (на рис. 1 не обозначен). В состав энергопарка также входят ВИЭ, изображенные в виде солнечных батарей и ветроустановок (ВЭУ), размещенных на территории отвалов 4.

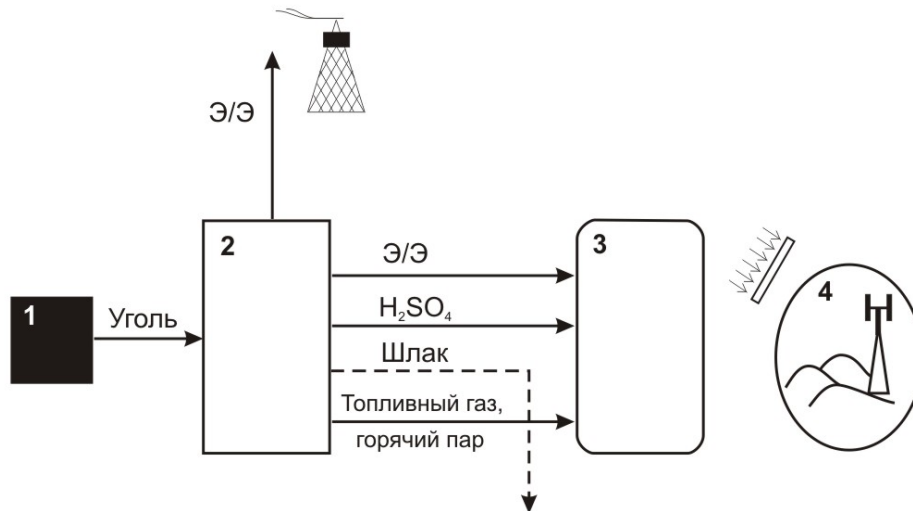


Рис. 1 – Схема автономного промышленного энергопарка

Можно говорить о двух вариантах автономного промышленного энергопарка: 1) углеэнергетическое предприятие вырабатывает э/э с избытком, и этот избыток передает во внешнюю электросеть; 2) добыча угля и производство э/э ограничены и рассчитаны только на внутренних потребителей – товарпроизводящие предприятия энергопарка и жилой массив для работников. Второй вариант интересен тем, что отсутствуют потери э/э, неизбежные при передаче на большие расстояния, а также тем, что добычу угля можно вести низкими темпами, например, на малых шахтах и бедных месторождениях. Электрогенераторы, вырабатывающие э/э, разделены на две группы: высоковольтную, для отдачи э/э в региональную энергосеть через ЛЭП; низковольтную, для снабжения э/э товарпроизводящих предприятий (и жилого массива). В нашей разработке предлагается некоторое количество топливного газа, вырабатываемого на углеэнергетическом предприятии, подавать на аккумуляторный завод, где газ используется в котлах литейного цеха и на сборочных линиях для сварки токоведущих деталей аккумуляторов. Часть горячего пара, вырабатываемого на углеэнергетическом предприятии, можно подавать для целей отопления товарпроизводящим предприятиям энергопарка и жилому массиву.

Применение ВЭУ в комплексах, которые полностью обеспечивают себя э/э, оправдано тем, что ВЭУ создают сопутствующие полезные эффекты, которые трудно или нерентабельно получить другими техническими средствами. Речь идет о ветрозащитной функции. Рациональнее использовать

вертикально-осевые ВЭУ малой (до 30 кВт) и средней (30-500 кВт) мощности для выработки э/э прямо на территории отвалов и рекультивируемых земель, чтобы э/э на месте использовать для проведения работ по рекультивации территории [8]. Поскольку, например, для Донбасса мы имеем проблему наличия огромных территорий отвалов, то планомерная рекультивация этих земель и обеспечение соответствующих работ э/э являются актуальными, как для закрытых шахт, так и для действующих шахт. Относительно небольшие ВЭУ не требуют особых мер для создания фундамента под их опорами и укрепления грунта, а вертикально-осевая их конструкция позволит лучше всего улавливать ускоренные турбулентные потоки ветра в условиях холмистого рельефа отвалов. Схему рациональной расстановки ВЭУ можно разработать, учитывая конкретику рельефа. Аэродинамическое обоснование уменьшения темпов ветровой эрозии отвалов состоит в том, что ВЭУ на территориях отвалов будут создавать аэродинамически теневую зону, поскольку порядка 50% мощности ветрового потока, проходящего через ротор, отбирается каждой ВЭУ. А так как опоры у ВЭУ малой и средней мощности имеют, как правило, высоты не более 40 м, то заметно снизится скорость ветра и у поверхности земли [8]. Наши соображения насчет эффективного снижения мощности ветрового потока за счет размещения ВЭУ недавно получили обоснованное подтверждение. Работами ученых Стэнфордского университета (США) установлено, что ряды и поля ВЭУ способны эффективно гасить зарождающиеся ураганы. На имитационной математической модели ими доказана достаточно высокая степень влияния работы полей ВЭУ как на распространение приземных воздушных потоков, так и на формирование крупномасштабных воздушных вихрей. Эффективность торможения потоков определяется тем, что ВЭУ являются для них не просто препятствиями, а энергопоглотителями, так что воздушные массы теряют мощность как раз в слоях энергетической подпитки свободных вихрей [9].

ВИЭ в составе энергопарка могут быть размещены следующим образом: солнечные батареи – в основном, на крышах корпусов; солнечные коллекторы – вблизи освещенных солнцем боковых стен корпусов и зданий жилого массива; тепловые насосы – вблизи мест вывода бросового тепла из производственных помещений. Э/э, вырабатываемая солнечными батареями, будет обеспечивать работу автопарка внутренних транспортных средств (электрокар, электропогрузчиков) на свинцово-кислотных тяговых батареях, которые будут заряжаться на станциях подзарядки аккумуляторов. Солнечные коллекторы и тепловые насосы будут включены в контур теплоснабжения производственных корпусов и жилых зданий. Сумма энергетических поступлений от всех ВИЭ в нашем примере может

реально достичь доли 7-10% от общего поступления энергии для товаро-производящих предприятий энергопарка. Но этот сектор комплекса привлекает своей открытой долгосрочной перспективой с тенденцией к быстрому увеличению.

Наша разработка предусматривает использование ряда побочных продуктов углеэнергетического предприятия, в первую очередь, серы. Причем серу не нужно транспортировать на большие расстояния, как в проекте «Вэбэш Ривер». Мы предлагаем синтезировать из серы топливного газа серную кислоту для аккумуляторного завода непосредственно в пределах комплекса. Сера в топливном газе содержится преимущественно в виде сероводорода (H_2S), в отличие от дымовых газов, получаемых при обычном сжигании угля, где сера окислена до сернистого газа. В нашем предложении получение серной кислоты сводится к улавливанию сероводорода из топливного газа аминными способами абсорбции, например, с помощью раствора моноэтаноламина. При аминных способах очистки раствор абсорбента в поглотителях связывает сероводород из топливного газа путем образования нестабильного соединения с H_2S , а при последующей десорбции (при нагреве) H_2S освобождается за счет разложения нестабильного соединения в десорберах. Таким образом, из десорберов выделяется H_2S и регенерированный раствор абсорбента, например, моноэтаноламина [10]. Далее производится синтез серной кислоты из сероводорода известным методом «мокрого катализа». На первом этапе синтеза сероводород окисляют в потоке воздуха с образованием стехиометрической смеси SO_2 и H_2O , на втором этапе на ванадиевых катализаторах (на основе V_2O_5) окисляют SO_2 до SO_3 , после чего на третьем этапе проводят конденсацию паров воды с SO_3 , в результате чего образуется серная кислота [11]:



В нашей разработке возникает необходимость в управлении энергетическими и материальными потоками, а также в синхронизации множества взаимозависимых процессов. Система «Smart Grid», адаптированная под указанную задачу, будет наилучшим решением. Это позволит превратить углеэнергетическое предприятие и товаропроизводящие заводы в гибкую производственно-энергетическую структуру с общей системой мониторинга и управления, с устойчивостью к отказам.

Проведем предварительную оценку целесообразности создания автономного промышленного энергопарка. В качестве примера возьмем за основу свойства углей Донецкого бассейна с 3% серы [12]. При переработке тонны угля будет выделено 30 кг серы, из которой получено ок. 90 кг серной кислоты (100%). Для изготовления одной свинцово-кислотной ба-



тарей типа 6СТ-60А3 с электролитом необходимо потратить 1,925 кг серной кислоты. Углеэнергетическое предприятие перерабатывает ежедневно 2544 т угля. Полученной серной кислоты хватает на производство свыше 114 тыс. батарей в сутки, что на порядок превосходит мощность аккумуляторного завода. Очевидно, что серной кислоты, полученной из угля, с избытком хватает для аккумуляторного производства. Вырабатываемой э/э (265 МВт) с избытком больше, чем требуется аккумуляторному заводу (12 МВт), так что львиную долю электроэнергии можно отдавать в региональную энергосеть.

Вывод. Авторами предложен путь решения задач энергообеспечения, ресурсо- и энергосбережения за счет создания автономных промышленных энергопарков в районах угольных месторождений. В энергопарк интегрируются углеэнергетическое предприятие и товаропроизводящие заводы, а также предусмотрено активное использование ВИЭ. Управление энергетическими и материальными потоками в энергопарке, синхронизация множества техпроцессов лучше всего могут быть обеспечены системой «Smart Grid», адаптированной под указанную задачу. В качестве примера предложен автономный промышленный энергопарк с углеэнергетическим предприятием на углях Донецкого бассейна Украины (или РФ), и включающий завод по производству свинцово-кислотных аккумуляторов, а также группу ВИЭ для проведения мероприятий, согласно synchro-mining. В перспективе планируется сосредоточить внимание на разработках в области эффективного использования ВЭУ на территории отвалов рудных месторождений, например, Кривбасса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Б.М. Уголь мира / Под общей редакцией Л.А.Пучкова. – М.: Изд-во «Горная книга», Изд-во МГГУ, 2007. – Т.1: Глобальный аспект. – 309 с.
2. Перспективы развития угольной отрасли в мире / Сайт «Металлургический бюллетень РФ» [Электронный ресурс] // Режим доступа к публикации: <http://www.metalbulletin.ru/publications/2992/>
3. Перспективы развития технологии «smart grid» в Украине / Сайт «ЭлектроВести» [Электронный ресурс] // Режим доступа к публикации: http://elektrovesti.net/16327_perspektivy-razvitiya-tekhnologii-smart-grid-v-ukraine
4. Системы smart-grid: проблеми та актуальність для України. Presentation Transcript [Электронный ресурс] / Режим доступа к публикации: <http://www.slideshare.net/greencubator/smartgrid>
5. Пат. 99396 Україна, МПК (2012.01) H02J 9/00, 3/00; МПК (2006.01) H02J 3/28, F24D 3/08. Промисловий енергопарк і спосіб його експлуатації / Дзензерський В.О., Дзензерський Д.В., Тарасов С.В., Бурилов С.В., Буряк О.А.; Заявитель и патентообладатель Дзензерський В.О., Дзензерський Д.В., Тарасов С.В., Бурилов С.В. – № а 201107721; заявл. 20.06.2011; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 15. – 12 с.: ил.

6. Пивняк Г.Г. Post mining: технологический аспект решения проблемы/ Г.Г. Пивняк, А.Н. Шашенко, П.И. Пилов, М.С. Пашкевич // Труды международного симпозиума „Неделя горняка - 2012“: Сборник статей. Отдельный выпуск Горного Информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала) Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal). – М.: Горная книга. – 2012. – №0В1. – С. 20–31.

7. Півняк Г.Г. Synchro-mining: цивілізоване вирішення проблеми сталого функціонування гірничодобувних регіонів / Г.Г.Півняк, П.І.Пілов, М.С.Пашкевич, Д.О.Шашенко // Науковий вісник НГУ. – 2012. - №3. – С. 131-138.

8. С.В.Бурылов, В.А.Дзензерский, В.Ю.Скосарь, С.В.Тарасов. Применение ветроустановок и аккумуляторов для решения энергетических и экологических вопросов использования земных недр [Электронный ресурс] // Научный вестник Московского Государственного Горного Университета, 2013. - № 2 (35). - С. 64-71. – Режим доступа к журн.: <http://vestnik.msmu.ru/authors/author500.html#>

9. Ветряки могут защитить от ураганов / Раздел сайта «Технологии» [Электронный ресурс] // Режим доступа к публикации: <http://telegraf.com.ua/tehnologii/1153677-vetryaki-mogut-zashhitit-ot-uraganov-video.html>

10. Луговской С.А., Лаврентьев И.А., Савилов С.И., Балашов А.Л. Современные отечественные абсорбенты для аминной очистки технологических и природных газов [Электронный ресурс] / М/н форум «Топливо-энергетический комплекс: региональные аспекты», 8-11 апреля 2003, С-Пб // Режим доступа к публикации: http://www.himsorbent.ru/res/site/pdf_docs/doklad20.pdf

11. Новые технологии BAYER получения серной кислоты [Электронный ресурс] / Аналитический портал химической промышленности. – Режим доступа к публикации: http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=5442

12. Голицын М.В. Мир солнечного камня: Сегодня и завтра ископаемого угля / М.В.Голицын, А.М.Голицын. – М.: Жизнь и мысль, 2010. – 224 с.

УДК 622.33; 622.82; 622.272; 631.41

УГЛЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ И ПЕРЕРАБОТКА УГОЛЬНОГО ШЛАКА

В.А. Дзензерский, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом сверхпроводящих магнитных систем, директор Института Институт транспортных систем и технологий НАН Украины «Трансмаг», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: itst@westa-inter.com

А.А. Буряк, научный сотрудник отдела сверхпроводящих магнитных систем Институт транспортных систем и технологий НАН Украины «Трансмаг», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: alexander.buryak@gmail.com

В.Ю. Скосарь, кандидат физико-математических наук, ст. научный сотрудник отдела электротехнических комплексов транспортных средств Институт транспортных систем и технологий НАН Украины «Трансмаг», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: svu@westa-inter.com



Аннотация. Предложено направление в решении задач энергообеспечения и ресурсосбережения путем интегрирования углеэнергетического предприятия и завода по переработке угольного шлака.

Ключевые слова: энергообеспечение, ресурсосбережение, углеэнергетическое предприятие, переработка угольного шлака, аккумуляторный завод.

THE COAL-BASED ENERGY PLANT AND THE TREATMENT COAL DROSS

V. Dzenzersky, Doctor of technical Science, Professor, Head of the Department of Superconducting Magnetic Systems, Head of The Institute
Institute of Transport System and Technologies NAS of Ukraine "Transmag", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: itst@westa-inter.com

A. Buryak, Scientific Researcher of Department of Superconducting Magnetic Systems
Institute of Transport System and Technologies NAS of Ukraine "Transmag", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: alexander.buryak@gmail.com

V. Skosar, Candidate of physical-mathematical Science, Scientific Researcher of electrotechnical complexes means of transport
Institute of Transport System and Technologies NAS of Ukraine "Transmag", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: svu@westa-inter.com

Abstract. A solution to the energy-supply and resource-saving problems is proposed based on the integration of the coal-based power plants and plants for treatment coal dross.

Keywords: energy-supply and resource-saving problems, coal energy concern, treatment coal dross, accumulator works.

Введение. Создание углеэнергетических предприятий высокого технологического уровня является одним из перспективнейших решений задач энергообеспечения и ресурсосбережения. Во-первых, это обусловлено гораздо более богатыми запасами угля, чем других горючих ископаемых (нефти, газа); во-вторых, переработка угля на углеэнергетических предприятиях позволяет не только производить электроэнергию (э/э), но также использовать содержащиеся в угле минеральные составляющие (угольный шлак) и серу, которые ранее рассматривались как примеси [1]. Очевидно, что для Украины это – первоочередные задачи. Опытно-промышленные установки первых углеэнергетических предприятий были реализованы в США, после чего по их типу стали создавать аналогичные проекты в Китае и Индии. Для нас может представлять интерес проект «Вэбэш Ривер» (Wabash River) стартовавший в штате Индиана (США), - углеэнергетическое предприятие мощностью 265 МВт э/э, ориентированное на переработку

угля с высоким содержанием серы и золы за счет его газификации. Новейшая технология дает следующие преимущества: прямые выбросы сернистого газа уменьшаются на 99%, оксидов азота – на 95% по сравнению с обычной ТЭС [1, 2]. Побочными продуктами таких технологий являются жидкая сера и угольный шлак.

Однако, вывод углеэнергетических предприятий на режим полноценной работы пока что сталкивается с определенными трудностями, особенно, если требуется улавливание углекислого газа от сжигания топливного газа. Так, проект в штате Иллинойс, предусматривающий улавливание углекислого газа, столкнулся с проблемой депонирования углекислого газа, причем предложенные решения по его закачке в подземные пласты значительно удорожали технологию, делая ее нерентабельной. Между тем, именно удаления углекислого газа из газовых выбросов, как главного виновника парникового эффекта, требуют «лобби зеленых» в США и др. развитых странах. Потому строительство новых углеэнергетических предприятий в США было временно прекращено [3].

Хотя углеэнергетические предприятия еще не достигли необходимой рентабельности с учетом требований по снижению выбросов парниковых газов, но зато заметно превосходят традиционные угольные ТЭС по другим параметрам области энергетики и экологии. Можно указать на следующие основные преимущества: высокий интегральный КПД (минимизация потерь ресурсов), существенно меньшие выбросы в атмосферу сернистого газа и оксидов азота, лучшие условия труда работников (за счет применения новейшего оборудования), а также возможность получать побочные продукты стабильного качества, пригодные для использования некоторыми потребителями. Речь идет, во-первых, о сере и об угольном шлаке, который могут использовать строительные предприятия. Во-вторых, о топливном газе и о паре высокого давления, часть которых могут найти применение не только в пределах углеэнергетического предприятия. Потому в ряде стран поднимаются вопросы о строительстве углеэнергетических предприятий (и даже ведутся соответствующие работы) на тех или иных месторождениях угля с учетом их специфики и хозяйственных потребностей регионов и стран, например, в Китае, в Российской Федерации (в Сибири и на Дальнем Востоке), в Австралии, в Казахстане и др. [1, 4].

И еще один важный аспект комплексной экологической политики. Угольная промышленность во многих странах, в том числе, в Украине вынуждена применять комплекс инженерно-технических мер на закрытых и закрывающихся шахтах для обеспечения охраны окружающей среды, извлечения запасов полезных ископаемых инновационными способами, а также вводить совокупность экономических и социальных мер на депрес-

сивной территории – post-mining. Новым научным вкладом можно считать разработку концепции предупреждения всех перечисленных проблем горнодобывающей промышленности, которую предложено обозначить понятием synchro-mining. В случае synchro-mining речь идет об активных инженерно-технических, экономических и социальных мероприятиях в зоне угольных разработок и всей окружающей территории еще на стадии проектирования и начала эксплуатации месторождений, и вплоть до их закрытия [5, 6].

К мероприятиям по извлечению запасов полезных ископаемых на старых шахтах инновационными способами можно отнести углубленную переработку угля, шахтного метана и отходов углеобогащения на месте их добычи путем производства тепловой и электрической энергии. Ведь на шахтах и обогатительных фабриках скопились сотни миллионов тонн отходов углеобогащения, которые сформировали обширные территории шламохранилищ. Эти отходы фактически представляют собой горючее ископаемое с большой зольностью, которое или требует обогащения перед сжиганием или применения новейших технологий газификации, приспособленных под угли высокой зольности [7].

Представляется актуальным такое направление решения задач энергообеспечения и ресурсосбережения, которое включает:

- создание углеэнергетических предприятий, перерабатывающих высокозольные угли и отходы углеобогащения, и производящих э/э;
- выгодное использование побочных продуктов переработки (минеральных составляющих, серы) на производстве, интегрированном с углеэнергетическим предприятием.

Цель работы.

Предложить решение задач энергообеспечения и ресурсосбережения на пути интегрирования углеэнергетического предприятия в районе шахт или больших шламохранилищ с заводом по переработке угольного шлака.

Материал и результаты исследований.

Нами предлагается следующее решение: создание и размещение углеэнергетического предприятия по типу «Вэбэш Ривер» вблизи угольных шахт (сернистый уголь с высоким содержанием золы) или больших шламохранилищ, и сопряжение с ним завода по переработке угольного шлака в строительные материалы. Таким образом, переработка угольного шлака будет обеспечена э/э, тепловой энергией и серной кислотой. Углеэнергетическое предприятие мощностью 265 МВт, способное ежедневно перерабатывать 2544 тонн сернистых или высокосернистых углей средней или высокой зольности, окажется подходящим для углей Донецкого бассейна Украины (и РФ), или бурых углей с большим количеством серы и золы

Днепровского бассейна Украины (и Подмоскownого бассейна РФ). При использовании высокосернистых углей произведенного объема серной кислоты может быть достаточно не только для переработки угольного шлака, но и для снабжения второго товаропроизводящего завода – аккумуляторного производства мощностью 7 млн. свинцово-кислотных аккумуляторных батарей в год (19178 штук в сутки), как, например, аккумуляторное производство МНПК «ВЕСТА», г. Днепропетровск. На углеэнергетическом предприятии добывают уголь, газифицируют его, топливный газ сжигают в газовой турбине, полученный пар высокого давления подают на паровые турбины, на электрогенераторах вырабатывают э/э, которую подают во внешнюю электросеть и на завод по переработке угольного шлака в строительные материалы (а также на аккумуляторный завод). Завод по переработке угольного шлака интегрирован с углеэнергетическим предприятием в единый комплекс. На рис. 1 представлена схема углеэнергетического предприятия и интегрированного с ним завода по переработке шлака. Углеэнергетическое предприятие включает шахту или шламохранилище (не показаны), кислородный завод 1, накопитель угля 2, углепомольную установку и пульвосмеситель 3, камеры газификации 4, магистраль 5 выхода топливного газа (смеси водорода, угарного газа и метана, а также газов-примесей), теплообменник-охладитель 6 топливного газа, циклонный пылеочиститель топливного газа (не показан), сероулавливатель 7, магистраль 8 передачи пара, магистраль 9 передачи топливного газа, высоковольтные электрогенераторы 10, 11 с приводами от паровой 12 и газовой 13 турбин, ЛЭП 14, парогенератор 15, магистраль 16 подачи воды, узел вывода шлака 17.

Рядом с сероулавливателем 7 размещен блок 18 синтеза и накопления серной кислоты. Блок 18 с помощью трубопровода 19 снабжает завод 20 по переработке угольного шлака и аккумуляторный завод (не показан). Преобразователи энергии разделены на две группы – на высоковольтную для выдачи э/э во внешнюю энергосеть через ЛЭП 14, и на низковольтную трехфазную. Последняя группа включает паровую турбину 22, служащую приводом для электрогенератора 23, который через электролинию 21 обеспечивает э/э завод 20 по переработке угольного шлака и аккумуляторный завод.

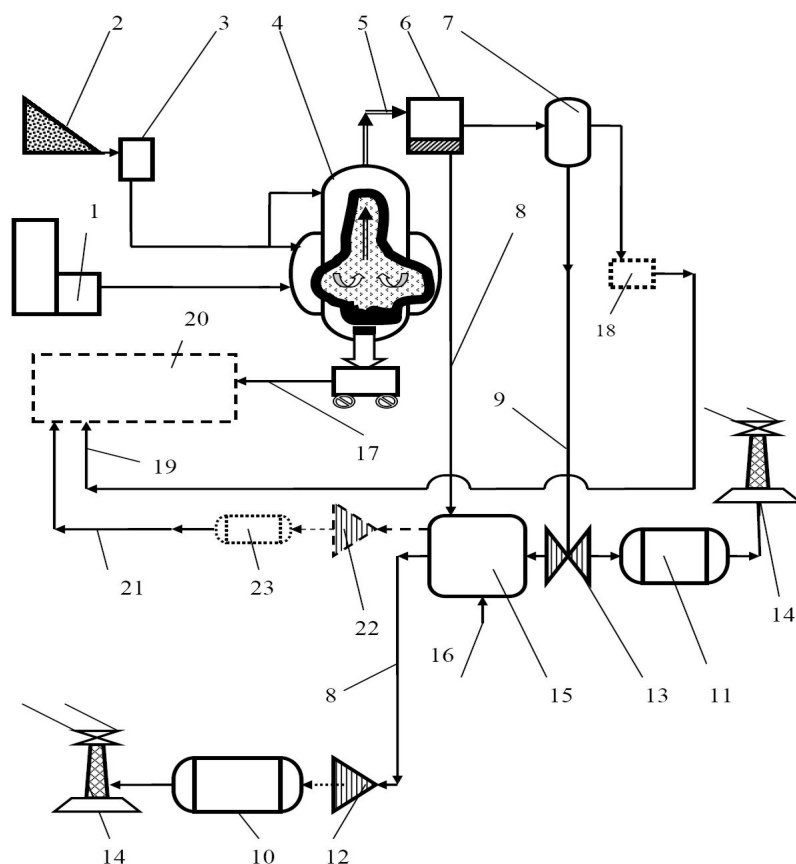


Рис. 1 – Схема углеэнергетического предприятия и интегрированного с ним завода по переработке шлака

Возможны два основных варианта интегрирования углеэнергетического предприятия с заводом по переработке угольного шлака (и аккумуляторным заводом): 1) углеэнергетическое предприятие вырабатывает э/э с избытком, и этот избыток передает во внешнюю электросеть; 2) добыча угля и производство э/э ограничены и рассчитаны только на внутренних потребителей – товарпроизводящие предприятия, инфраструктуру и жилой массив для работников. Во втором варианте стоит обратить внимание на такие преимущества: отсутствуют потери э/э, неизбежные при передаче на большие расстояния; добычу угля можно вести низкими темпами, например, на бедных месторождениях. В нашей разработке часть горячего пара, вырабатываемого на углеэнергетическом предприятии, можно подавать для целей отопления товарпроизводящим предприятиям и жилому массиву.

Важным преимуществом нашей разработки является использование побочных продуктов углеэнергетического предприятия: угольного шлака и серы. Мы предлагаем из серы топливного газа, входящей в газ в виде сероводорода, синтезировать серную кислоту для завода по переработке

угольного шлака (и аккумуляторного завода). Сероводород топливного газа может быть уловлен известными аминными способами абсорбции, а серная кислота может быть синтезирована из сероводорода известным методом «мокрого катализа». Угольный шлак – минеральная негорючая компонента - неизбежно образуется как при обычном сжигании угля, так и при его газификации. Особенно много шлака будет получаться при переработке шламохранилищ, поскольку они являются отходами углеобогащения. Углеэнергетическое предприятие отличается выгодным преимуществом: характеристики и качество угольного шлака будут относительно стабильны за счет единой технологии переработки угля на одном предприятии, связанном с одним месторождением. Тогда как при сжигании угля на различных ТЭС или использовании угля на промышленных предприятиях характеристики и качество угольного шлака будут сильно варьироваться в зависимости от типа оборудования и сорта сырья. Такое положение дел усложняет и затрудняет обработку угольного шлака ввиду большого разброса его характеристик. В нашем предложении характеристики угольного шлака могут быть достаточно стабильны за счет единого техпроцесса газификации угля и его химического состава, что позволит унифицировать технологические заводские циклы. Результатом переработки может стать производство строительной керамики, цемента, бетона, каменного литья, пористых заполнителей, зольного гравия, материалов для дорожного покрытия и пр. Но использование в строительной промышленности шлака сдерживается таким негативным фактором, как избыток радиоактивных изотопов в сопутствующей минеральной породе. Например, в угольных шлаках Донбасса наблюдается значительное содержание радиоактивных тория, калия, радия и даже цезия. При избытке радиоактивных изотопов и непродуманном применении такого угольного шлака, например, в бетонах, возможен вариант, когда наступит многократное превышение среднего допустимого по СНГ значения фона излучения от строительных материалов. Понятно, что в жилых зданиях и производственных помещениях, где будет использован подобный строительный материал, образуется повышенный радиационный фон [8].

Поэтому мы предлагаем дезактивировать угольный шлак за счет выщелачивания радиоактивных элементов серной кислотой. Дезактивацию предлагается осуществлять в несколько стадий. Поскольку частицы шлака в значительной мере могут пассивироваться слоем стекла, образующегося при высоких температурах газификации, то это уменьшает гидросорбцию материалов, содержащих соединения тория, калия, радия и цезия. Потому необходимо произвести помол угольного шлака, что разрушит защитный слой стекла и создаст «рваную» форму частиц шлака, а это, в свою оче-



редь, существенно увеличит удельную поверхность частиц и способность шлака к химическим реакциям с водными растворами серной кислоты. В качестве оборудования для помола можно подобрать известные агрегаты типа шаровых мельниц, вибромельниц или прочих измельчителей, которые широко представлены на рынке. Грануляцию помола угольного шлака нужно подбирать, исходя из условий экономии энергозатрат на помол и ограничения времени просачивания раствора серной кислоты через слой шлака, а также из требования эффективности вывода радиоактивных изотопов. Первоначально мы предлагаем проводить грануляцию частиц шлака до величины 12-15% (остаток на сите № 008 - размер ячейки в свете 0,08 мм). После помола угольный шлак необходимо подвергнуть выщелачиванию раствором серной кислоты в смесителях в условиях непрерывного перемешивания. Условия выщелачивания: температура смеси шлака и кислоты 18-90°C; концентрация раствора серной кислоты 50-200 г/л; соотношение массы угольного шлака и объема раствора 1 : 4-7 г/мл; времена перемешивания 3-5 ч, как в патенте РФ [9], при этом должна быть достигнута степень выщелачивания радиоактивных элементов 69-89%. После выщелачивания обработанный угольный шлак отделяют от раствора, шлак направляют на строительный завод, входящий в состав промышленного комплекса, а раствор концентрируют и направляют предприятиям, которые извлекают из него редкие, редкоземельные и радиоактивные элементы, как описано в патенте РФ [9]. В качестве оборудования для выщелачивания и перемешивания шлака можно подобрать реакторы-смесители для химической промышленности; для отделения угольного шлака от раствора можно использовать тканевые фильтры; для концентрации использованного раствора можно использовать выпариватели, концентраторы для химической промышленности и смежных областей. Все указанное оборудование широко представлено на рынке.

Проведем предварительную оценку целесообразности предложенного решения. В качестве примера возьмем за основу свойства углей Донецкого бассейна с 3% серы и 15% золы [10]. При переработке тонны угля будет выделено 30 кг серы, из которой получено ок. 90 кг серной кислоты (100%), и 150 кг шлака. Возьмем для выщелачивания шлака минимальное количество серной кислоты, т.е. при минимальной концентрации 50 г/л и минимальном расходе 4 мл на 1 г шлака (диапазон величин см. выше). Тогда для обработки 150 кг шлака достаточно 30 кг серной кислоты (100%-ой). Остальное количество кислоты (60 кг) можно направить на аккумуляторный завод. Для изготовления одной свинцово-кислотной батареи типа 6СТ-60А3 с электролитом необходимо потратить 1,925 кг серной кислоты. Углеэнергетическое предприятие перерабатывает ежедневно 2544 т угля.

Полученной серной кислоты хватает на выщелачивание всего шлака и производство свыше 66 тыс. батарей в сутки, что в 3 раза превосходит мощность аккумуляторного завода. И так, вырабатываемой э/э (265 МВт) и серной кислоты с избытком хватает для товаропроизводящих заводов (порядка 25 МВт), так что львиную долю электроэнергии можно отдавать в региональную энергосеть.

Вывод. Авторами предложен путь решения задач энергообеспечения, ресурсосбережения за счет интегрирования углеэнергетического предприятия и товаропроизводящих заводов. В качестве примера предложено интегрировать углеэнергетическое предприятие на углях Донецкого бассейна Украины (или РФ) с заводом по переработке угольного шлака и производством свинцово-кислотных аккумуляторов. В перспективе планируется сосредоточить внимание на разработках в области эффективного использования шахтного метана в автономном промышленном энергопарке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Б.М. Уголь мира / Под общей редакцией Л.А.Пучкова. – М.: Изд-во «Горная книга», Изд-во МГГУ, 2007. – Т.1: Глобальный аспект. – 309 с.
2. Перспективы развития угольной отрасли в мире / Сайт «Металлургический бюллетень РФ» [Электронный ресурс] // Режим доступа к публикации: <http://www.metalbulletin.ru/publications/2992/>
3. Чистый уголь: проблемы внедрения технологии [Электронный ресурс] / Всеукраинская газета профсоюза работников угольной промышленности «Шахтер Украины» – 2009. – Режим доступа к публикации: <http://shu.prupu.org/post/4242/>
4. Пучков Л.А. Углеэнергетические комплексы будущего / Л.А.Пучков, Б.М.Воробьев, Ю.Ф.Васючков - М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2007. – 245 с. [Электронный ресурс] // Режим доступа к публикации: <http://do.rulitru.ru/v364/?cc=7&view=pdf>
5. Пивняк Г.Г. Post mining: технологический аспект решения проблемы/ Г.Г. Пивняк, А.Н. Шашенко, П.И. Пилов, М.С. Пашкевич // Труды международного симпозиума „Неделя горняка - 2012“: Сборник статей. Отдельный выпуск Горного Информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала) Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal). – М.: Горная книга. – 2012. – №0В1. – С. 20–31.
6. Півняк Г.Г. Synchro-mining: цивілізоване вирішення проблеми сталого функціонування гірничодобувних регіонів / Г.Г.Півняк, П.І.Пілов, М.С.Пашкевич, Д.О.Шашенко // Науковий вісник НГУ. – 2012. - №3. – С. 131-138.
7. Булат А.Ф. Перспективы создания энергетических комплексов на базе угледобывающих предприятий / А.Ф.Булат, И.Ф. Чемерис // Уголь Украины. – 2006. - №2. - С. 3-6.
8. Хоботова Э.Б., Уханева М.И., Сапада А.В., Белай С.Ю. Радиационно-химическая оценка угольных шлаков [Электронный ресурс] / Сайт www.rusnauka.com. – Режим доступа к публикации: http://www.rusnauka.com/20_PRNiT_2007/Chimia/23966.doc.htm



9. Пат. 2138339 РФ, МПК7 В03В 9/06; С04В 7/28, 18/10. Способ подготовки золы-уноса от сжигания углей для использования в производстве строительных материалов / Борбат В.Ф.; Адеева Л.Н.; Нечаева О.А.; Михайлов Ю.Л.; Заявитель и патентообладатель Омский государственный университет. – № 98107053/03; заявл. 06.04.1998; опубл. 27.09.1999. – Режим доступа: <http://ru-patent.info/21/35-39/2138339.html>

10. Голицын М.В. Мир солнечного камня: Сегодня и завтра ископаемого угля / М.В.Голицын, А.М.Голицын. – М.: Жизнь и мысль, 2010. – 224 с.

УДК 621.311.24 + 621.314

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРИСТОГО ФОСФИДА ИНДИЯ В КАЧЕСТВЕ ПОДЛОЖЕК СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ – НОВОЕ СЛОВО В ЗЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Я.А. Сычикова, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры методики преподавания физико-математических дисциплин и информационных технологий в обучении

Бердянский государственный педагогический университет, г. Бердянск, Украина, e-mail: yanasuchikova@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрена возможность применения пористого фосфида индия в качестве материала для создания суперконденсаторов. Предложен метод получения пористых слоев фосфида индия и проанализирована морфология поверхности полученных наноструктур.

Ключевые слова: суперконденсатор, пористый фосфид индия, электрохимическое травление, электролит, поры, источники энергии.

THE USE OF POROUS INDIUM PHOSPHIDE AS SUBSTRATES SUPERCAPACITORS – NEW WORD IN GREEN ENERGY

Y. Suchikova, candidate of physical and mathematical sciences, senior lecturer teaching techniques of physical and mathematical sciences and information technologies in teaching Berdyansk State Pedagogical University, Berdyansk, Ukraine, e-mail: yanasuchikova@mail.ru

Abstract. The paper considers the possibility of using porous indium phosphide as a material to create supercapacitors. Proposed a method of obtaining porous layers of indium phosphide and analyzed the surface morphology of the obtained nanostructures.

Keywords: supercapacitor porous indium phosphide, electrochemical etching, electrolyte pores energy sources.

Введение. Суперконденсаторы представляют интерес для хранения энергии в гибридных электрических устройствах, питающихся от аккумуляторов в связи с их высокой удельной мощностью, отличной обратимостью и большой циклической жизнью по сравнению с батареями. Исследования

в этой области направлены на развитие материалов электродов, морфологии пористой поверхности и оптимизации некоторых параметров.

По сути суперконденсатор, это тот же конденсатор — пластина диэлектрика с обкладками, но с тем отличием, что роль обкладок выполняет пористое тело, у которого огромная поверхность, диэлектрика — гель (ионная жидкость), который заполняет полости на поверхности, а зарядов — ионы, которые находятся в геле. За счёт того, что поверхность велика, ёмкость суперконденсатора может быть намного больше ёмкости обычных конденсаторов.

Интерес к ионным жидкостям обусловлен наличием у них таких свойств, как широкий интервал жидкого состояния ($>3000\text{C}$), негорючесть и взрывобезопасность, нелетучесть и нетоксичность. Поэтому их можно отнести к так называемым «зеленым жидкостям», то есть незагрязняющим окружающую среду. В случае с суперконденсаторами они повышают диапазон рабочих напряжений с 1 до 3 В.

В качестве пористого тела традиционно используют пористый уголь. В последнее время оксид марганца привлекает внимание ученых благодаря низкой стоимости и экологичности. Однако данные материалы обладают рядом недостатков, среди которых низкая проводимость и низкая удельная емкость. Это побуждает ученых к поиску новых материалов, которые удовлетворят требования, предъявляемые к сырью для производства электродов суперконденсаторов.

Как вариант активно рассматриваются полупроводниковые кристаллы, а именно пористые структуры, выращенные на их основе. Известно, что способность к порообразованию проявляют такие полупроводники, как кремний, германий, кристаллы группы АЗВ5. Особое место в этом ряду занимает фосфид индия благодаря простоте получения пористых слоев на его основе и легкостью управления морфологическими свойствами.

Цель работы. Показать возможность использования пористого фосфида индия в качестве подложек суперконденсаторов. Установить условия и методы получения пористых слоев фосфида индия, исследовать особенности морфологии полученных наноструктур.

Материал и методы исследований. Для эксперимента были выбраны образцы монокристаллического n-InP, выращенные по методу Чохральского в лаборатории компании «Molecular Technology GmbH» (Берлин). Толщина образцов 1мм. Пластины были вырезаны перпендикулярно оси роста и отполированы с обеих сторон. Кристаллы подвергались механической и химической полировке. Ориентация поверхности выбранных пластин (100), (111). Образцы легировались Zn до концентрации носителей заряда $2,3 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$.

Электрохимическое травление происходило на стандартной установке в электролитической ячейке с платиной на катоде. На обратную сторону образца в качестве контакта напыляли индий.

В качестве электролита использовались растворы плавиковой и соляной кислот с различной концентрацией. Также были опробованы травители на основе HF и HCl с добавлением в них йодидов, этанола, азотной и уксусной кислот.

Эксперимент проводился при комнатной температуре.

Были опробованы различные режимы травления:

- время от 1,5 до 35 мин,
- плотность тока от 15 до 250 мА/см²,
- режим при медленно возрастающем напряжении. Скорость роста 0,5В/мин, 1В/мин для обнаружения величины порогового напряжения начала порообразования и исследования скорости электрохимической реакции.

Перед экспериментом образцы тщательно очищались. Процесс очистки состоял из следующих стадий: обезжиривание в горячем (75-80°C) перекисно-аммиачном растворе; обработка в горячей (90-100°C) концентрированной азотной кислоте (удаление ионов металлов); промывание в дистиллированной воде; сушка пластин с помощью центрифуги в струе очищенного сухого воздуха.

После эксперимента образцы очищались в ацетоне, изопропанол, промывались в дистиллированной воде и высушивались в потоке особо чистого водорода, после чего подвергались естественному старению в течение трех дней.

Морфология полученных пористых структур исследовалась с помощью растрового электронного микроскопа JSM-6490. Химический состав был изучен при помощи метода EDAX, дифрактометрические исследования проводились с помощью дифрактометра ДРОН-3М.

Результаты исследований.

Электрохимические конденсаторы, накапливающие заряд на двойном электрическом слое или суперконденсаторы отличаются от обычных конденсаторов уровнем электрической емкости: максимальная емкость обычных конденсаторов составляет сотни микрофарад, а максимальная емкость суперконденсаторов достигает тысяч фарад, то есть на шесть порядков больше. Поскольку электрические слои Гельмгольца образуются при контакте твердого вещества с жидкостью, очевидно, что в качестве твердого вещества можно использовать высокодисперсные материалы. В этом случае можно получить очень высокие значения площади поверхно-

сти контакта, а значит и площади поверхности двойного электрического слоя [1].

Таким образом, если электрические слои Гельмгольца интерпретировать как обкладки плоского конденсатора, можно получить конденсатор с уникальными свойствами накопления энергии или суперконденсатор.

Электроды СК выполняются из пористых материалов, внутренняя удельная площадь поверхности которых достигает 1000—3000 м²/г. Важен размер пор материала электродов: при больших размерах уменьшается площадь активной поверхности, при малых в поры не попадают относительно большие носители заряда (ионы электролита), которые к тому же зачастую окружены молекулами растворителя. В качестве материала электродов СК пока наиболее распространен дешевый и широкодоступный активированный древесный уголь. Однако сейчас активно изучается возможность применения новых пористых материалов для электродов. К ним относятся графен, проводящие полимеры, такие как полипиррол, углерод-аэрогель, углеродные нанотрубки или даже импрегнированная нанотрубками бумага. Кроме того, интерес ученых направлен на изучение свойств пористых полупроводников.

Таким образом, суперконденсаторы обладают следующими характеристиками [2]:

- плотность электрической емкости до 260Ф/г ;
- плотность электрической энергии до 50 Дж/см³;
- внутреннее сопротивление до 0,0001 Ом;
- время заряда и разряда в диапазоне 0,025 – 5,0 сек.;
- малый ток утечки - и возможность хранения заряда в течение сотен часов.

Для существенного повышения удельных энергетических характеристик систем накопления энергии до 40 кДж/кг и удельной мощностью до 20 кВт/кг необходимо использование новых высокоэнергетических электролитов на основе ионных жидкостей с напряжением декомпозиции до 6 вольт. Однако, использование этих электролитов с существующими наноструктурными пористыми материалами не обеспечивает необходимых энергетических характеристик двойного электрического слоя из-за электрохимической несовместимости молекул ионной жидкости и пористой структуры и химии поверхности материала [1, 2].

Таким образом, требования, которые предъявляются к электродам суперконденсатора: удельная площадь поверхности (500 – 3000 м²/г), размер пор (до 20 нм – поры и до 50 мкм размер дисперсных частиц), высокая электропроводимость, химическая инертность по отношению к электролиту.

Такими свойствами обладают пористые полупроводники, полученные методом электрохимического травления, в частности пористый фосфид индия [3].

Рис.1 демонстрирует изображение морфологии пористого образца фосфида индия, полученного путем электролитического травления n-InP (100) в растворе соляной кислоты.

На рисунке можно видеть упорядоченный ансамбль пор, который образовался на подложке из монокристаллического фосфида индия. Поры проросли по всей поверхности слитка. Размер пор составляет (20 – 50)нм, что свидетельствует о том, что данная структура является наноразмерной. Размер стенок между порами находится в пределах (1 - 11)нм. Подобный результат является технологически важным, так как качество пористых пленок определяется размерами наноструктур, степенью пористости и равномерностью распределения пор по поверхности образца. Чем меньше размер пор и чем больше процент пористости, тем качественней является пористая структура [4, 5]. Так, например, фотолюминесценция в видимой области спектра наблюдается лишь для структур, размер нанокристаллитов в которых составляет порядка нанометров.

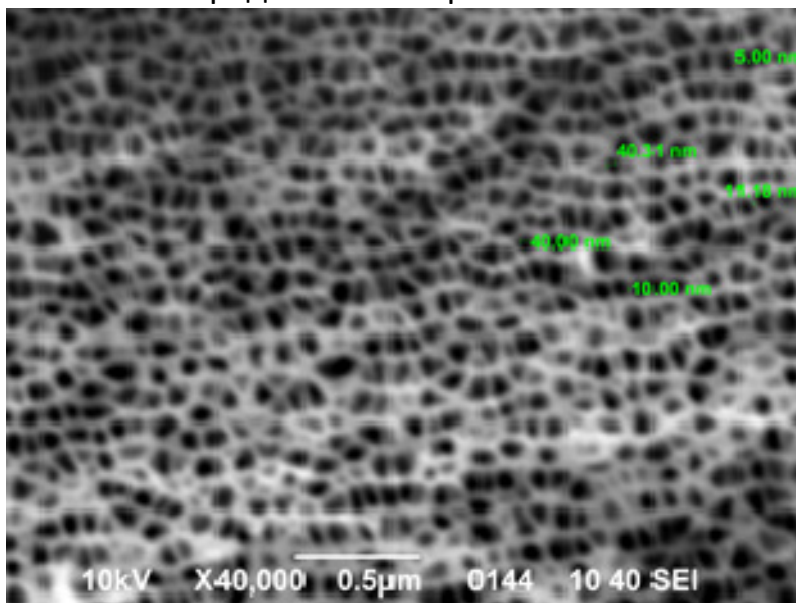


Рис. 1. Морфология поверхности p-InP (100), полученного методом электрохимического травления в растворе соляной кислоты

Глубина прораствания каналов пор составляет приблизительно 35мкм. Следует отметить, что глубина пористого слоя также является важной характеристикой. Процент пористости составляет приблизительно 70% от общей площади образца

Химический состав поверхности пористого n-InP после обработке в водороде исследовался методом EDAX (рис. 2).

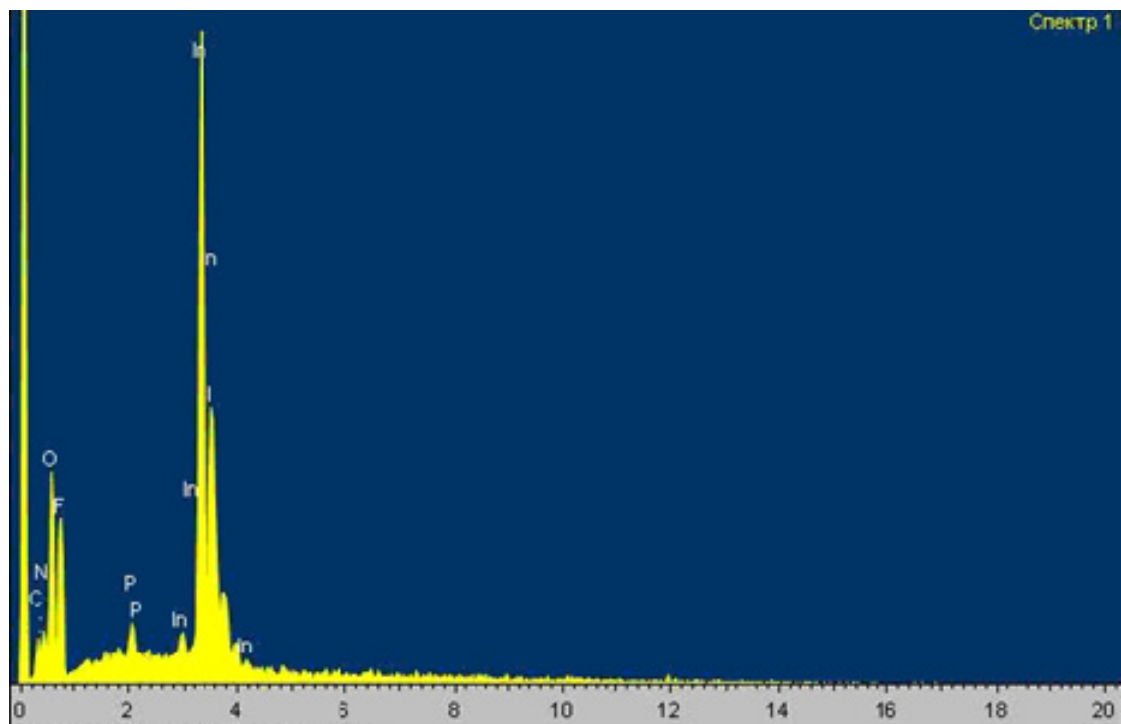


Рис 2. Химический состав пористого образца n-InP, полученный методом EDAX

Исходя из результатов химического анализа n-InP, можно утверждать, что поверхность образцов после водородной термической обработки практически не содержит кислорода, а значит, кристаллы свободны от окисной пленки. Это подтверждается данными дифрактометрических исследований, полученных методом рентгеновской дифрактометрии на дифрактометре ДРОН-3М. На дифрактограммах присутствуют рефлексы только монокристаллического InP структуры сфалерита. То есть, во время травления перестройки кристаллической решетки фосфида индия не произошло [6].

Следует отметить, что изменяя условия травления и технику эксперимента, можно существенно менять свойства наноструктур. Метод электрохимического травления – удобный и дешевый способ получения пористого фосфида индия с регулируемыми свойствами

Вывод. В работе представлена методика получения пористого фосфида индия. Проанализирована морфология поверхности полученных структур, показана возможность применения пористого фосфида индия в качестве материала для электродов суперконденсаторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lewandowski A. Practical and theoretical limits for electrochemical double-layer capacitor / A. Lewandowski, M. Galinski // Journal of Power Sources, 2007. - № 173. - P. 822–828.
2. Kotz R. Principles and applications of electrochemical capacitors / R. Kotz, M. Carlen // Electrochimica Acta, 2000. - № 45. - P. 2483-2498.
3. Сичикова Я.О. Дефекти структури та процеси пороутворення у фосфіді індію / Я.О. Сичикова, В.В. Кідалов, Г.О. Сукач // Монографія – Донецьк: Юго-Восток, 2011. – 218 с.
4. Suchikova Y.A. Morphology of porous n-InP (100) obtained by electrochemical etching in HCl solution / Y.A. Suchikova, V.V. Kidalov, G.A. Sukach // Functional Materials. – 2010. – Vol.17, №1. – P. 1 – 4.
5. Сычикова Я.А. Зависимость величины порогового напряжения порообразования фосфида индия от состава электролита / Я.А. Сычикова, В.В. Кидалов, Г.А. Сукач // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2013. – № 5. – С. 1 – 6.
6. Сычикова Я.А. Влияние дислокаций на процесс порообразования в монокристаллах n-InP (111) / Я.А. Сычикова, В.В. Кидалов, Г.А. Сукач // Физика и техника полупроводников. – 2011. – Т. 45, № 1. – С. 123 – 126.

УДК 541.64:678.6

СОВМЕЩЕННЫЙ РЕАКЦИОННО-РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ЭПОКСИДИРОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА НАТУРАЛЬНОГО КАУЧУКА

Д.О. Шаповалов, аспирант кафедры оборудования химических производств Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: shapovalov.d.o@gmail.com

С.Н. Зыбайло, кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры химии и технологии переработки эластомеров Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: szybaylo@rambler.ru

В.Л. Юшко, доктор технических наук, профессор кафедры оборудования химических производств Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина

Анотация. Предложена схема совмещенного реакционно-разделительного процесса эпоксидирования скрапа натурального каучука в среде вода-ксилол. Дана количественная и качественная оценка результатов химической модификации.

Ключевые слова: совмещенные процессы, отходы производства натурального каучука, эпоксидирование в среде ксилол-вода.

COMBINED REACTIVE-SEPARATION PROCESS EPOXIDATION OF NATURAL RUBBER PRODUCTION WASTE

D.O. Shapovalov, Postgraduate, Chemical Production Equipment Department
State Higher Educational Institution "Ukrainian State University of Chemical Technology",
Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: shapovalov.do@gmail.com

S.N. Zybalyo, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher the Chemistry and Processing of Elastomers DEPARTMENT
State Higher Educational Institution "Ukrainian State University of Chemical Technology",
Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: szybalyo@rambler.ru

V.L. Jusko, Doctor of technical Sciences, Professor of Chemical Production Equipment Department
State Higher Educational Institution "Ukrainian State University of Chemical Technology",
Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. The A scheme of combined reactive separation process epoxidation of natural rubber scrap in water-xylene medium was proposed. A quantitative and qualitative assessment of the results of chemical modification was given.

Keywords: combined processes, waste production of natural rubber, epoxidation in xylene-water medium.

Введение. Проблема накопление отходов производства натурального каучука, то есть скрапа, который не соответствует товарным требованиям и установленным на него действующим ISO [1], на данный момент не имеет эффективного решения. Возможным путем выполнения задачи утилизации является химическая модификация скрапа и возврат его в производственный цикл [2]. Одним из распространенных направлений модификации является эпоксидирование [3]. В настоящее время создано и изучено множество методик по проведению эпоксидирования эластомеров в различных органических средах или водных системах «латексах», например: обработка хлорной водой вместе со щелочами, обработка органическими или неорганическими надкислотами в присутствии различных катализаторов приготовленных заранее или *in situ*, полимеризация мономеров содержащих оксирановые группы и т.д. [4-6]. Данные методики по большей части имеют лабораторный характер и малоприменимы в промышленности, так как являются непрактичными, сложными и недостаточно гибкими, требуют высоких энергетических затрат и использования катализаторов.

Цель работы. Задача исследования состояла в разработке и исследовании схемы эпексидирования скрапа натурального каучука для придания ему улучшенных технологических свойств, таких как: повышенная маслостойкость, низкая газопроницаемость, высокие демпфирующие свойства, высокое сопротивление старению [7-8]. Изучалась возможность проведения совмещенных физико-химических процессов в двухфазной среде вода-ксилол в одном реакционном пространстве при снижении общих энергетических затрат.

Материал и результаты исследований. Предложена следующая схема совмещенного физико-химического процесса модификации натурального каучука с одновременными межфазовыми переходами реагентов и буферной системы вода-растворитель рис.1.



Рисунок 1 Схема процесса

Для проведения реакции выбран эпексидирующий агент в виде водных растворов с низкими концентрациями муравьиной кислоты и перекиси водорода, смесь которых позволяет получить сильный окислитель – надмуравьиную кислоту [9]. Низкие концентрации реагентов повышают общую безопасность процесса и дают возможность обходиться без дозаторов и постепенного добавления веществ. Исходный эластомер выбирался из отходов каучукового производства с низкой молекулярной массой порядка 300 тысяч.

Установка для исследования представляла собой трехголовую колбу снабженную обратным холодильником, термометром и печкой для подогрева, в которую загружались исходные компоненты в заранее выбранных пропорциях исходя из стехиометрических коэффициентов реакции и желаемой степени функционализации.

На основе уравнений Антуана по известным физико-термическим характеристикам исходных веществ рассчитана температура совмещенной перегонки (перегонки в парах воды). Полученные данные использовались для расчета теплового режима двухфазной системы вода-растворитель в реакционном пространстве. Отгонка воды во время синтеза, кроме выполнения естественного перемешивания, позволяла избежать нежелательной гидратации эпексидных групп.

Для качественной оценки результатов проводился анализ ИК спектров пленок толщиной 40-50 мкм исходного скрапа и полученных эпексидированных каучуков на кварцевом стекле в широком диапазоне длин

волн. Особое внимание уделялось полосам поглощения эпоксидных, гидроксильных и карбоксильных групп. Для количественной оценки использовалось обратное титрование, эпоксидные группы определялись по методике [10], изменение общей ненасыщенности по методике [11].

Вывод. Установлено, что использование совмещенного реакционно-разделительного процесса для эпоксидирования скрапа натурального каучука позволяет решить проблему накопления и утилизации отходов каучукового производства наиболее эффективным способом. Удалось получать продукт с регулируемой степенью функционализации без значительного количества побочных реакций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Official Website of Sabah Rubber Industry Board. – Mode of access: URL : http://www.ligs.sabah.gov.my/?page_id=60&lang=en. – Title from the screen.
2. Пичугин А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин: Научное издание. – М.: НТЦ "НИИШП", 2008. – 383 с.
3. Титорский И.А., Потапов Е.Э., Шварц А.Г. Химическая модификация эластомеров: Монография. – М.: Химия, 1993. – 303 с.
4. Эпоксидирование жидких каучуков и резиновой крошки перекислотами in situ / Л.В. Ермольчук, В.П. Бойко, В.К. Грищенко, Е.В. Лебедев // Вопросы химии и химической технологии. – 2008. – №5. – С. 53-58.
5. Very efficient epoxidation of 1,4-polybutadiene with the biphasic system methyltrioxorhenium (MTO)-CH₂Cl₂/H₂O₂ / J.R. Gregorio et al. // Macromolecular Rapid Communications – 2000. – №21. – p. 401-403.
6. Chemical Modification of Polydienes in Latex Medium: Study of Epoxidation and Ring Opening of Oxiranes / D. Derouet, S.Mulder-Houdayer, J.C. Brosse // Journal of Applied Polymer Science. – 2005. – № 95. – p. 39–52.
7. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности: информационно-аналитическая база данных: Справочник в 2-х т. – Казань: КГТУ, 2010. – Т1. – 506 с.
8. Synthesis and Characterization of Epoxidized Styrene–Butadiene Rubber/Silicon Dioxide Hybrid Materials / M.A. de Luca, T.E. Machado, R.B. Notti, M.M. Jacobi // Journal of Applied Polymer Science. – 2004. – № 92. – p. 798–803.
9. Epoxidation of soybean oil in toluene with peroxyacetic and peroxyformic acids – kinetics and side reactions / Z.S. Petrovic, A. Zlatanic, C.C. Lava, S. Sinadinovic-Fiser // European Journal of Lipid Science and Technology. – 2002. – №104. – p. 293–299.
10. Торопцева А.М., Белгородская К.В., Бондаренко В.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. – Л.: Химия, 1972. – 416 с.
11. Шапиро Д.К. Практикум по биологической химии: 2-е изд. – Минск : Вышэйш. школа, 1976. – 288 с.

UDC 620.1

STUDY OF INTERNAL STRESSES IN ALUMINUM LAYERS EVAPORATED ON DIELECTRIC SURFACES

D. Shimanovich, Researcher, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus, e-mail: ShDL@tut.by

Abstract. Analysis of internal stresses in evaporated aluminum layers formed at various sputtering regimes is demonstrated. Dependences of internal stresses on the thickness of aluminum films deposited at various substrate temperatures and evaporation rates are studied.

Keywords: internal stresses, aluminum layer, deposition, sputtering regimes, modulus of elasticity.

Introduction. To form aluminum films for the production of the interconnection systems, the number of problems should be solved such as the ensuring aluminum adhesion to the conventional dielectric substrates (glassceramics, polycor), the selection of the evaporation method with controlled regimes, the reproduction of the films structure, electrical conductivity and etc.

Experiments and results. The available literature on the internal stresses in the evaporated films considers only low films thicknesses and a narrow range of temperatures and evaporation rates for the deposition [1-6]. The internal stresses in aluminum films up to 30 μm in thickness deposited with the modern evaporating systems are of practical interest. Electron-beam evaporation was used for the aluminum deposition on the 165 μm thick rectangular glass strips in the length-to-width ratio of 10:1 to measure stresses by the console method as the simplest and easy-to-use method for the vacuum evaporated films. The stress σ was calculated by the Stoney's formula:

$$\sigma = \frac{Ed^2x}{3l^2h(1-\mu)} \quad (1)$$

where E is a modulus of elasticity (Young modulus) for the substrate; d is a substrate thickness; x is a flexure of the free end; l is a substrate length; h is a thickness of the evaporated film; μ is a Poisson's ratio.

The modulus of elasticity for the substrate was measured by hanging of a plummet to the console end and determining of the glass flexure. This was calculated by the formula:

$$E = \frac{4Gl^3}{wd^3x} \quad (2)$$

where G is the plummet weight, and w is the substrate width.

Young modulus was equal to $5 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$.

The aluminum evaporation was made at various substrate temperatures and deposition rates. The flexure values x were measured at the room temperature when the samples were taken out of the vacuum chamber. Figures 1–2 show dependences of the internal stresses calculated by the formula (1) on the thickness of the aluminum films deposited at various substrate temperatures and evaporation rates.

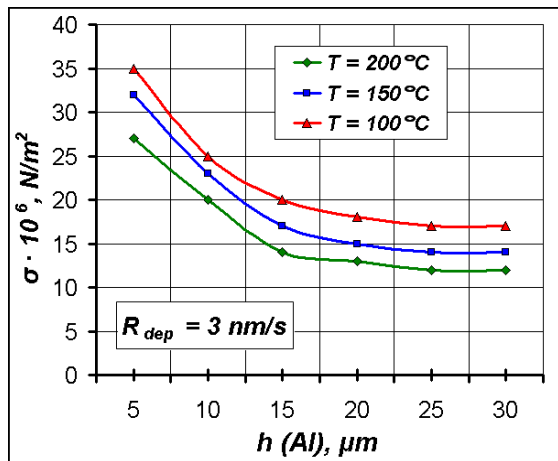


Figure 1 – Dependence of the internal stresses on the thickness of the aluminum films at various substrate temperatures

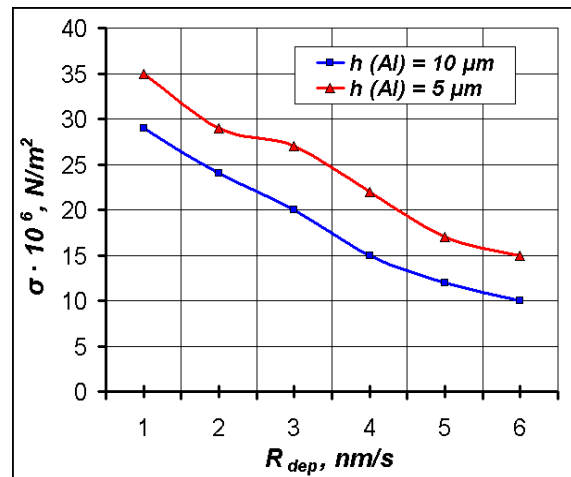


Figure 2 – Dependence of the internal stresses on the deposition rate of the aluminum films

Referring to Figure 1, in the aluminum films the internal stresses are reduced with the increase in the film thickness and the substrate temperature. The glass substrate flexes towards the deposited film. This is indicative of the tensile stress presence in the aluminum film. In contrast to thin films, in more than $1 \mu\text{m}$ thick aluminum films the tensile stresses are reduced when the deposition rate increases, as shown in Figure 2. The tensile stresses values are equal to $(1,0-3,5) \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ to be comparable with the aluminum yield point ($2,3 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$).

It is clear that stresses measured are characteristic of residual stresses including thermal stresses resulted from the difference in the linear expansion coefficients of aluminum and the substrate material. Thermal stresses are calculated by the formula:

$$\sigma_T = \Delta d \cdot \Delta T \cdot E / (1 - \mu) \quad (3)$$

where Δd is the difference in the linear expansion coefficients of aluminum and glass; ΔT is the difference between the condensation point and the room temperature; μ is a Poisson's ratio.

For aluminum $\mu = 0.348$ and $\sigma_T = (2-3) \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$ to be 10 times higher than residual stresses. This is evidence of high ability of the aluminum films to a stress relaxation by means of a plastic deformation.

Thus, the aluminum films are plastically deformed. So they have a developed dislocation arrangement up to the structure typical of the afterflow stage when a splitting of the initial aluminum grains is possible due to the net of dislocation clusters. However, to all appearance such the structure is not characteristic of the whole thickness of the aluminum film. The reduction of the internal stresses in the film-substrate system with the aluminum thickness and the deposition rate, as discussed above, testifies that in this case not a two-layer system but at the least a three-layer one consisting of the substrate, a transition plastically deformed aluminum layer, and an outer elastically stressed aluminum layer should be considered. Then the stress reduction with the film thickness can be explained by the expansion of the transition layer. With thin aluminum films, the aluminum yield point increases almost by the order and therefore the relaxation of the stresses is difficult.

Conclusion. Thus, in this paper the analysis of the internal stresses in evaporated aluminum layers is demonstrated and dependences of the internal stresses on the thickness of the aluminum films deposited at various substrate temperatures and evaporation rates are studied.

REFERENCES

1. Pletea, M.; Bruckner, W.; Wendrock, H.; Kaltofen, R. Stress evolution during and after sputter deposition of Cu thin films onto Si (100) substrates under various sputtering pressures. *Journal of Applied Physics*, 2005, Volume 97, Issue 5, pp. 4908-4914.
2. Coman, B.P.; Juzevych, V.N. Internal mechanical stresses and the thermodynamic and adhesion parameters of the metal condensate – single-crystal silicon system. *Physics of the Solid State*, 2012, Volume 54, № 7, pp. 1417-1424.
3. Sheldon, B.W.; Lau, K.H.A.; Rajamani, A. Intrinsic stress, island coalescence, and surface roughness during the growth of polycrystalline films. *Journal of Applied Physics*, 2001, Volume 90, Issue 10, pp. 5097-5103.
4. Sheldon, B.W.; Rajamani, A.; Bhandari, A.; Chason, E.; Hong, S.K.; Beresford, R. Competition between tensile and compressive stress mechanisms during Volmer-Weber growth of aluminum nitride films. *Journal of Applied Physics*, 2005, Volume 98, Issue 4, pp. 3509-3517.
5. Floro, J.A.; Hearne, S.J.; Hunter, J.A.; Kotula, P.; Chason, E.; Seel, S.C.; Thompson, C.V. The dynamic competition between stress generation and relaxation mechanisms during coalescence of Volmer-Weber thin films. *Journal of Applied Physics*, 2001, Volume 89, Issue 9, pp. 4886-4897.
6. Seel, S.C.; Thompson, C.V.; Hearne, S.J.; Floro, J.A. Tensile stress evolution during deposition of Volmer-Weber thin films. *Journal of Applied Physics*, 2000, Volume 88, Issue 12, pp. 7079-7088.

УДК 669.184.244.66.012.1

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ КИСНЕВО-КОНВЕРТЕРНОЮ ПЛАВКОЮ

С.В. Жук, кандидат технічних наук, асистент кафедри фізико-хімічних основ технології металів

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, e-mail: juk_2006@ukr.net

К.П. Грабівський, студент кафедри фізико-хімічних основ технології металів

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, e-mail: grabovskij.k@gmail.com

Анотація. В роботі наведені результати розробки математичної моделі управління 160-тонним конвертером та їх вплив на техніко-економічні показники процесу.

Ключові слова: конвертер, модель, керування, продувка.

THE MATHEMATICAL MODEL OF BOF CONTROL

S. Zhuk, Candidate of Science, assistant Department of Physical and Chemical Fundamentals of Metals Technology

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine, e-mail: juk_2006@ukr.net

K. Grabovskij, student Department of Physical and Chemical Fundamentals of Metals Technology

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine, e-mail: grabovskij.k@gmail.com

Abstract. In this paper presents the results of development of the mathematical model for managing 160 - tons of converter and their influence on the technical and economic parameters of the process.

Keywords: converter, model, control, purging

Вступ. Математична модель керування киснево-конвертерною плавкою призначена для функціонування в інформаційно-порадчому режимі, при якому технічні засоби [1], які реалізують модель, виробляють і видають оперативному персоналу інформацію, в тому числі про управляючі параметри процесу [2, 3]. Модель забезпечує можливості: шляхом видачі уставок в систему контролю і управління положенням фурми впливати на приводи кисневих фурм; шляхом видачі уставок в АСУ ТП формувати завдання для дозування сипких і феросплавів. Модель передбачає можли-

вість, шляхом видачі уставок в локальну систему регулювання витрат кисню, впливати на клапани витрат дуття. Модель передбачає можливості управління продувкою плавки на останніх хвилинах продувки з використанням інформації про температуру і вміст вуглецю розплав [4, 5] або тільки по температурі після проміжної повалки конвертера шляхом видачі уставок в систему контролю і керування положенням фурми, витрат кисню і АСУ ТП дозування.

Модель забезпечує: розрахунок шихтовки плавки (витрати чавуну і брухту) [6], рекомендованої основності шлаку і кількості вапна на плавку; розрахунок необхідної кількості кисню на плавку і часу продувки, кількості вапняку та інших охолоджувачів, які вносять додаткове тепло у ванну, прогнозування маси рідкої сталі після закінчення продувки; розрахунок необхідної кількості феросплавів і легуючих.

Мета роботи. Підвищення показників критерію якості управління: виробництво сталі заданої якості при мінімізації матеріальних, трудових і енергетичних затрат.

Матеріал і результати дослідження. Основною задачею створення моделі є ефективне керування киснево-конвертерним процесом по ходу продувки, а саме дуттьовим, температурним та шлаковим режимами. Модель управління синтезує керування по відхиленню вихідних параметрів із забезпеченням відтворення протікання реакції зневуглецювання, процесу нагріву ванни та прискорення процесу шлакоутворення. Швидке розчинення попередньо непрогрітого брухту викликає уповільнення шлакоутворення і десульфурзації, а також, через низьку температуру металу, переокиснення ванни. Погіршення процесу шлакоутворення, особливо на початку продувки призводить до збільшення виносів і викидів металу із конвертера, заметалювання фурми і горловини конвертера. Тому модель повинна забезпечити параметри для оптимального керування процесом.

До статичної складової моделі відносяться всі моделі розрахунків, які виконуються до початку продувки (розрахунок металеві частини шихти, сипких матеріалів на плавку, кисню на звичайну плавку, розкиснювачів), до динамічної – моделі зневуглецювання, контролю температури, динамічного розрахунку прогнозованої маси сталі, модель додувки, модель шлакоутворення, модель динамічного розрахунку швидкості зневуглецювання і вмісту вуглецю при продувці і додувці.

Математична модель розрахунку металеві частини шихти є основною складовою статистичної частини: розрахунок виконується за інформацією про вміст силіцію в чавуні й його температурі, а також заданій температурі сталі. Це пов'язано з тим, що брухт готується на декілька плавков, марки сталі в яких можуть бути різні.

Розрахункова маса брухту визначається за формулою:

$$m_{\phi}^p = \alpha_1(Si_{\phi} - 0,6) - \alpha_2(t_c^3 - 1600) + \alpha_3(t_{\phi} - 1250) + \alpha_4 + \Delta m_{\phi}^p, \quad (1)$$

де m_{ϕ}^p – розрахункова маса брухту, т; Δm_{ϕ}^p – поправка до розрахунку за досвідом попередніх плавок, т; „р” та „з” – індекси відповідно розрахункового та заданого значення параметрів.

Тут Δm_{ϕ}^p визначається за формулою:

$$\Delta m_{\phi}^p = \frac{\sum_{n=2}^n (m_{\phi}^{\phi} - m_{\phi}^p) + 2 \sum_{n=2}^n (m_{\text{вп}}^{\phi} - m_{\text{вп}}^z) + 0,1 \sum_{n=2}^n (t_c^{\phi} - t_c^z) + 5,1 \sum_{n=2}^n (m_y^{\phi} - m_y^z)}{3}, \quad (2)$$

де m_y – маса вугілля марки АС, введеного в конвертер, т; n – порядковий номер плавки; „ ϕ ” – індекс фактичного значення параметра.

Розрахункова маса брухту зменшується на 2 тонни при $N_{\phi} \leq 15$, а також при $\tau_n > 240$ хв.

При зміні маси садки проводиться перерахунок маси брухту за формулою:

$$m_{\phi}^{\text{пр}} = (1/160) \cdot m_{\phi}^p \cdot m_{\text{сд}}, \quad (3)$$

де $m_{\text{сд}}$ – маса садки конвертора, т.

При наявності в металевій частині твердого чавуну кількість брухту визначається за формулою:

$$m_{\phi}^{\text{пр}} = m_{\phi}^p + 0,05 \cdot m_{\text{тч}}, \quad (4)$$

де $m_{\text{тч}}$ – маса твердого чавуну, т.

Якщо для охолодження плавки використовуються металізовані окатиші, то кількість брухту визначається за формулою:

$$m_{\phi}^{\text{пр}} = m_{\phi}^p - 2,5 \cdot m_{\text{ок}}, \quad (5)$$

де $m_{\text{ок}}$ – маса металізованих окатишів на плавку, т.

Маса чавуну визначається за формулою:

$$m_{\phi}^p = m_{\text{сд}} - m_{\phi}, \quad (6)$$

де $m_{\phi} \in m_{\phi}^{\text{пр}}, m_{\phi}^p$, т.

Математична модель динамічного контролю продувки заснована на врахуванні розподілення кисню, який вдувається між металом, шлаком і конвертерним газом. Модель представляє собою систему диференціальних рівнянь, які характеризують матеріальний і тепловий баланс в конвертері і перехідному газозоді охолоджувача конвертерних газів (ОКГ).

При створенні динамічної моделі процесу нехтуємо градієнтами керуючих параметрів, вважаючи, що просторова неоднорідність у ванні як по хімічному складу, так і по температурі внаслідок інтенсивного перемішування, відсутня. Це дозволяє виключити з математичного опису геометричні координати.

Основний вклад в масообмін і енергетику процесу вносять термохімічні реакції окиснення вуглецю і заліза ванни. Вважаємо, що конверторний

газ як продукт зневуглецювання ванни складається з CO та CO₂. Газоутворення проходить в реторті і газоході. В робочому просторі конвертера оксид вуглецю частково догоряє в диоксид. Ця реакція, як і реакція горіння заліза, приводить до зменшення коефіцієнта засвоєння кисню вуглецем ванни, і тим самим знижує швидкість вигорання самого вуглецю.

З урахуванням цих поправок представимо швидкість зневуглецювання через об'ємні витрати кисневого дуття:

$$v_C = 10^{-3} \frac{2 \cdot 12}{22,4} \left[v \gamma_{\text{чд}} (1 - \gamma_{\text{вд}}) - 10^3 (1 - \gamma_{\text{CO}}) v_C \times \frac{22,4}{2 \cdot 12} - 10^3 v_{\text{Fe}} \cdot \frac{22,4}{2 \cdot 56} \right], \quad (7)$$

де v_C – масова швидкість зневуглецювання ванни, т/хв.; $\gamma_{\text{чд}}$ – коефіцієнт, який характеризує чистоту дуття; $\gamma_{\text{вд}} = 0,01$ – коефіцієнт, який враховує втрати дуття; γ_{CO} – масова частка вуглецю ванни, яка окиснилася до CO в порожнині конвертера за рахунок кисню дуття, яка чисельно співпадає із значенням об'ємної частки; v_{Fe} – масова швидкість окиснення заліза ванни, т/хв.

Змінну температури ванни в динаміці по ходу продувки можна виразити рівнянням:

$$v_t = Q_{\text{CO}} v_C + (Q_{\text{CO}_2} - Q_{\text{CO}}) (1 - \gamma_{\text{CO}}) v_C \gamma_{\text{вт}} + Q_{\text{Fe}} v_{\text{Fe}} - \frac{60}{10^3} [q_6(\psi) + q_{\text{аш}}] / c m_c \quad (8)$$

де v_t – швидкість зміни температури ванни, К; Q_{CO} , Q_{CO_2} , Q_{Fe} – питомі нестандартні теплові ефекти хімічних реакцій утворення відповідних оксидів вуглецю та заліза в робочому просторі печі, кДж/кг; $\gamma_{\text{вт}}$ – коефіцієнт, який характеризує використання ванною теплоти від догорання CO в CO₂ в порожнині конвертера, рівний 0,7; v_{Fe} – швидкість вигорання заліза, т/хв.; $q_6(\psi)$ – потужність витрачена на розплавлення брухту певного виду по ходу продувки, кВт; $q_{\text{аш}}$ – тепловий потік зумовлений втратою на нагрів активного шару футерівки конвертера по ходу продувки, кВт; c – середня питома теплоємність рідкого металу при середній за продувку температурі, рівна 0,88 кДж/(кг·К); m_c – маса садки, що чисельно дорівнює масі чавуну і брухту на плавку, т.

Експериментальна перевірка динамічної моделі для умов 160-тонного конвертера показала задовільне відображення системою процесів, які протікають у ванні конвертера. Модель дозволяє безперервно по ходу продувки контролювати швидкість зневуглецювання, зміну температури і окиснення заліза.

Результати моделювання представлені на рисунку 1.

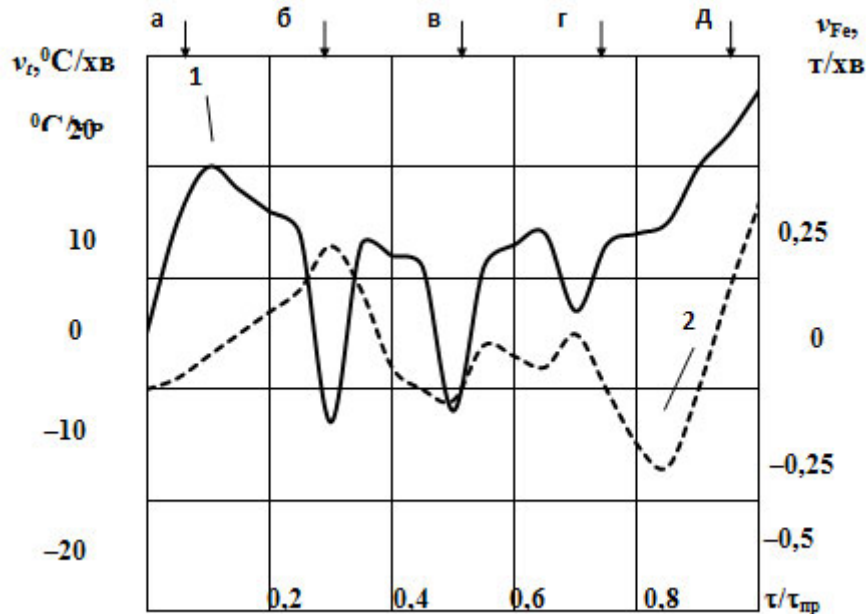


Рисунок 1 – Зміна швидкості температури (1) і вигорання заліза (2) ванни протягом продувки: стрілки – моменти введення сипких: а – вапна 4т; б – вапна 2т; в – вапна 1,5т; г – вапняку 0,75т; д – вапняку 0,75т.

Економічну ефективність запропонованих розробок оцінювали за результатами роботи 160 – тонного конвертера на основі аналізу масиву плавок. Слід відмітити, що за період роботи конвертера із запропонованими моделями весь метал відвантажувався за призначенням.

Важливим показником роботи конвертера є стійкість футерівки, яка збільшилася на 3 % за рік роботи конвертера. Це можна пояснити вдосконаленням складових конвертерної плавки, які впливають на стійкість футерівки, а саме – температурного режиму ванни і режиму шлакоутворення.

Реалізація динамічної моделі продувки дозволила зменшити в середньому цикл плавки на 1 хвилину та збільшити кількість плавок в рік з 5740 до 5852; зменшити вигар заліза на 0,1 %, знизити брак до 0,1 %;

Висновок. Порівняння результатів математичного моделювання і промислових випробувань запропонованих моделей показали задовільні результати відображення процесів, які протікають у ванні конвертера. Експлуатація моделей дозволяє суттєво підвищити якість управління і техніко-економічні показники процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богушевський В.С. Технічні засоби замкненої моделі управління киснево-конвертерного процесу [Текст] / В.С. Богушевський, С.В. Жук, К.М. Зубова // Матеріали конференції з автоматичного управління "Автоматика -2012". Київ 26 - 28.09.2012. – К.: НУХТ, 2012. С. 156.

2. Богушевський В.С., Компьютерная система управления конвертерной плавкой [Текст] / В.С. Богушевський, К.О. Сергеева, С.В. Жук // Матеріали міжнародної наукової конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту» Том1.- Херсон: ХНТУ, 2011. - С. 165 -167.

3. Модель керування конвертерним процесом у системі прийняття рішень / Богушевський В.С., Жук С.В., Сергеева К.О., Горбачова М.В. // «Системні дослідження та інформаційні технології» Київ, №4 2012 р. С. 35 – 44.

4. Богушевський В.С. Динамічна модель контролю температурного режиму конвертерної ванни [Текст] / В.С. Богушевський, С. В. Жук // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. - 2011. - № 1. - С. 90 –96.

5. Богушевський В.С., Динамическая модель управления температурным режимом конвертерной ванны [Текст] / В.С. Богушевський, К.О. Сергеева, С.В. Жук // «Металл и литье Украины» . - 2011. - № 5. - С. 24 – 28.

6. Розрахунок металевої частини шихти киснево-конвертерної плавки [Текст] / В.С. Богушевський, В.Ю. Сухенко, К.О. Сергеева, С.В. Жук // «Металлургическая горнорудная промышленность». - 2010. - № 7. - С. 266 – 268.

УДК 681.51

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ОРІЄНТАЦІЇ ПАНЕЛІ СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ У НАПРЯМКУ СОНЦЯ

В.І. Іщенко, кандидат технічних наук, професор кафедри автоматизованих систем управління

Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова Державного університету телекомунікацій, м. Житомир, Україна, e-mail: ishenko.kaf37@gmail.com

О.В. Базелюк, асистент кафедри автоматизованих систем управління

Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова Державного університету телекомунікацій, м. Житомир, Україна, e-mail: bazel-baz@mail.ru

Анотація. В роботі розглянуто будову мікропроцесорної слідкувальної двокоординатної системи панелі сонячних батарей в напрямку сонця підвищеної точності управління.

Ключові слова: сонце, панель сонячної батареї, алгоритм PSA, датчик сонячного положення, мікроконтролер, двигун постійного струму.

MICROPROCESSOR'S SYSTEM OF ORIENTATION SOLAR PANEL TOWARDS TO THE SUN

V.I. Ischenko, Candidate of Technical Sciences, Professor of Automated Control Systems Department

Zhytomyr Military Institute S. P. Korolev State University of Telecommunications, Zhitomir, Ukraine, e-mail: ishenko.kaf37@gmail.com

O.V. Bazelyuk, Assistant of Automated Control Systems Department
Zhytomyr Military Institute S. P. Korolev State University of Telecommunications, Zhitomir,
Ukraine, e-mail: bazel-baz@mail.ru

Abstract. There was reviewed design of the microprocessor trailing two-coordinating system of solar panel towards to the sun with the high accuracy control in this article.

Keywords: sun, solar panel, the algorithm PSA, sun sensor, microcontroller, DC motor.

Вступ. Однією з глобальних проблем людства є пошук та використання альтернативних джерел енергії. Згідно з інформаційним бюлетенем ІМЕPOWER No 27 з питань відновлюваної енергетики, встановлена потужність українських електростанцій, що використовують відновлювані джерела енергії, станом на червень 2013 року досягла 0,9 ГВт, з яких 569,5 МВт – сонячна енергія [1]. Підвищити ефективність перетворення фотонів сонячної радіації в електричну енергію можливо шляхом здійснення орієнтації панелей сонячних батарей в напрямку сонця таким чином, щоб вектор сонячних променів був направлений на фото-елементи перпендикулярно. Використання таких слідкувальних систем дозволяє підвищити віддачу панелей сонячних батарей на 40%, у порівнянні з нерухомими [2-4].

Метою роботи є розробка моделі мікропроцесорної системи (МС) орієнтації панелі сонячної батареї в напрямку сонця підвищеної точності управління.

Матеріал і результати дослідження. Точність орієнтації панелі сонячної батареї залежить від точності визначення сферичних координат положення сонця. Так, в існуючих системах [2, 3] координати сонця вимірюються датчиком сонячного положення (ДСП), недолік якого полягає у зменшенні точності вимірювань в похмуру погоду. В зв'язку із цим виникає необхідність розробки альтернативних методів визначення або екстраполяції координат сонця. У літературі [4] запропоновано PSA алгоритм визначення координат сонця на основі апріорної інформації. Поєднання методики алгоритму PSA та вимірювання координат сонця із використанням ДСП дозволить зменшити помилку визначення координат сонця та загальну помилку системи управління.

Запропонована функціональна схема МС орієнтації панелі сонячної батареї на сонце (рис. 1), яка реалізується на мікроконтролерному (МК) пристрої управління.

МК призначений для збору та обробки інформації про координати положення сонця та поточного положення панелі сонячної батареї, формування сигналів та здійснення управління драйверам виконавчих пристроїв. Виконавчими пристроями системи є двигуни постійного струму (ДПС). Вибір типу ДПС пояснюється необхідністю запасу потужності, так як на пло-

щину панелі сонячної батареї діють зовнішні збурення у вигляді великих вітрових навантажень. Механічна передача між виконавчими пристроями та об'єктом управління здійснюється актуаторами (редукторами). В системі реалізовано принцип управління за відхиленням. Зворотній зв'язок формується за допомогою датчиків кутового положення (ДКП) сонячної батареї.

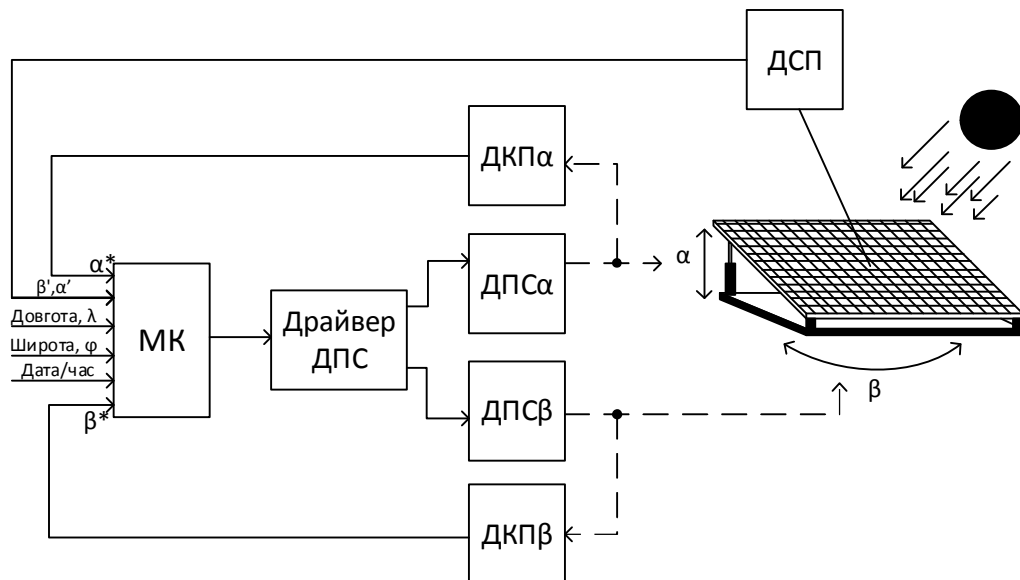


Рисунок 1 – функціональна схема слідкувальної системи панелі сонячних батарей

Запропонована модель реалізована засобами пакету прикладних програм Matlab та інтегрованого середовища розробки Microsoft Visual Studio на об'єктно-орієнтованій мові програмування C#. Результати комп'ютерного моделювання роботи мікропроцесорної системи орієнтації панелі сонячної батареї в напрямку сонця показали, що використання комбінованого способу визначення сферичних координат положення сонця дозволило підвищити точність управління у порівнянні із відомими методами [3,4] приблизно у 1,5 рази.

Висновок. Запропонована модель мікропроцесорної слідкувальної двокоординатної системи панелі сонячних батарей в напрямку сонця дозволяє підвищити точність управління, використанням комбінованого методу визначення координат положення сонця, приблизно у 1,5 рази. Результати проведених досліджень можуть бути використані у галузі відновлюваних джерел енергії, функціонування яких ґрунтується на перетворенні сонячної радіації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Yuri Kubrushko UKRAINE RENEWABLE ENERGY NEWSLETTER ISSUE #27/ Yuri

Kubrushko, Liliya Surzhenko UKRAINE RENEWABLE ENERGY NEWSLETTER ISSUE 19 October 2013

2. Т. Байерс. 20 конструкций с солнечными элементами/Т. Байерс; [пер. с англ.] – М.: Мир, 1988. – 197 с.

3. Електроніка та системи управління. 2012. №2(32) А.А. Яковлева. Система управління панелью сонячних батарей с двумя степенями свободы/ Яковлева А.А. Система управления панелью солнечных батарей с двумя степенями свободы

4. Solar Energy Vol. 70, No. 5, 2001 Manuel Blanco-Muriel Computing the solar vector/ Manuel Blanco-Muriel, Diego C. Alarco´ N-padilla, Teodoro lo´ Pez-Moratalla, Mart´in Lara-Coira Computing the solar vector.

УДК 681.51.007.57:669.184

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКОЙ

В.С. Богущевский, доктор технических наук, профессор кафедры физико-химических основ технологии металлов

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина, e-mail: bogysh@voliacable.com

В.Ю. Сухенко, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры физико-химических основ технологии металлов

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина, e-mail: suhenko-victoria@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены условия, в которых работает конвертер и разработана многоуровневая иерархическая система кислородно-конвертерного производства стали, в рамках которой реализуются функции АСУТП и АСУП.

Ключевые слова: конвертер, система управления, модель, продувка, контроллер.

AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF BOF PROCESS

V. Bogushevskiy, Doctor of technical Sciences, Professor of Physical and Chemical Fundamentals of Metals Technology Department

National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute», Kiev, Ukraine, e-mail: bogysh@voliacable.com

V. Sukhenko, Candidate of technical Sciences, Senior Lecturer of Physical and Chemical Fundamentals of Metals Technology Department

National Technical University of Ukraine “Kiev Polytechnic Institute”, Kiev, Ukraine, e-mail: suhenko-victoria@mail.ru

Abstract. The conditions under which the equipment operates BOF smelting and developed a multi-level hierarchical system of BOF steel production, in which the functions are

implemented process control and manufacturing automation systems considered in the article.

Keywords: BOF, control system, model, blowing, controller

Введение. Кислородно-конвертерное производство стали является непрерывно-циклическим со сложными организационными связями, включающим ряд технологических процессов (выплавка, доводка и разливка стали).

Кислородно-конвертерная плавка отличается сложностью физико-химических процессов, протекает с большой скоростью и при высокой температуре, характеризуется многорежимностью функционирования и большой размерностью решаемых задач, наличием нестационарных и взаимно коррелированных шумов и помех измерения, имеет существенный дрейф рабочих параметров [1].

Технологическое оборудование в конвертерном цехе функционирует на предельных режимах (высокая температура и давление, большая скорость движения рабочего тела), с одной стороны, и малых запасах устойчивости (работа вблизи критических границ с возможностью возникновения выбросов металла и шлака) – с другой. Высокая производительность конвертеров должна согласовываться со слаженной работой всех отделений цеха (миксерного, подготовки шихты, разливки и др.). Поэтому управление плавкой эффективно только в условиях стабильной технологии и хорошего состояния оборудования [2].

Создание автоматизированной системы управления (АСУ) плавкой требует всестороннего изучения комплекса вопросов технологического, технического, экономического и организационного характера. Многокритериальный и многофакторный характер задач управления конвертерным производством обуславливает необходимость применения системного принципа для их реализации. Такой подход может быть осуществлен на основе многоуровневой АСУ, позволяющей комплексно решать задачи управления отдельными технологическими процессами для получения готового продукта требуемого качества, а также оперативного управления производством в цехе [3].

Существующие в конвертерных цехах системы ориентированы на автоматизацию отдельных конвертеров, замена системы производится при капитальном ремонте конвертера, который проводится через 3 – 5 лет. Учитывая, что в цеху находится от 2 до 6 конвертеров системы управления ими оказываются инструментально и программно несовместимыми.

Постановка задачи. На основе широкого использования унификации и типизации проектных решений разработать многоуровневую иерархиче-

скую систему кислородно-конвертерным производством стали, в рамках которой реализуются функции АСУ технологического процесса (ТП) и АСУП (производства), совместимые по целевому критерию и процедурам обработки информации.

Результаты исследований. Спроектированная нами по децентрализованному принципу система управления конвертерами отличается от аналогов способами, моделями и средствами контроля и управления параметрами, тесной взаимосвязью расчета шихтовых материалов с управлением дутьевым и температурным режимом, а также режимом шлакообразования, предусматривающим связанное регулирование в замкнутом режиме управляющих воздействий по расходу кислорода, положению продвучной фурмы и ритму подачи сыпучих [4].

Эффективность функционирования системы управления и определения технико-экономических показателей конвертерного производства стали во многом определяется технической структурой АСУ и рациональной организацией ее работы.

Выбор технических средств и структуры системы осуществлялся исходя из имеющейся номенклатуры средств и предъявляемых требований по их быстродействию, точности, надежности, функциональным возможностям, а также стоимости. Эти требования, в свою очередь, определялись количеством используемой информации, степенью ее переработки, скоростью передачи, видом связи и др. Правильно выбранная техническая структура обеспечивает выполнение целевой функции управления при минимально возможном числе иерархических ступеней, а также заданную живучесть системы, т.е. способность к функционированию при частичном ее выходе из строя.

На основе анализа перечисленных факторов, учитывая информационную мощность, система спроектирована двухуровневой (рис. 1) [5].

Нижний уровень системы обеспечивает функции сбора, обработки, представления информации о текущих значениях технологических параметров на экранах автоматизированных рабочих мест (АРМ), а также передачу информации на верхний уровень.

Техническое построение нижнего уровня системы включает существующие на объекте средства измерения технологических параметров, а также дополнительно установленные датчики контроля положения конвертера (угла поворота) и датчики для фиксации технологических периодов плавки: заливки чугуна, слива стали и шлака (фотореле на излучение), завалки лома (от переключателя). На нижнем уровне предусмотрено использование программных контроллеров, имеющих модули ввода и дополнительно RS-232 или RS-422/485 серверов доступа («мостов») для по-

лучения информации по каналам RS-485 и RS-232 с использованием преобразователей последовательных интерфейсов токовая петля (current loop CL20mA, ИРПС) / RS-232 [5].

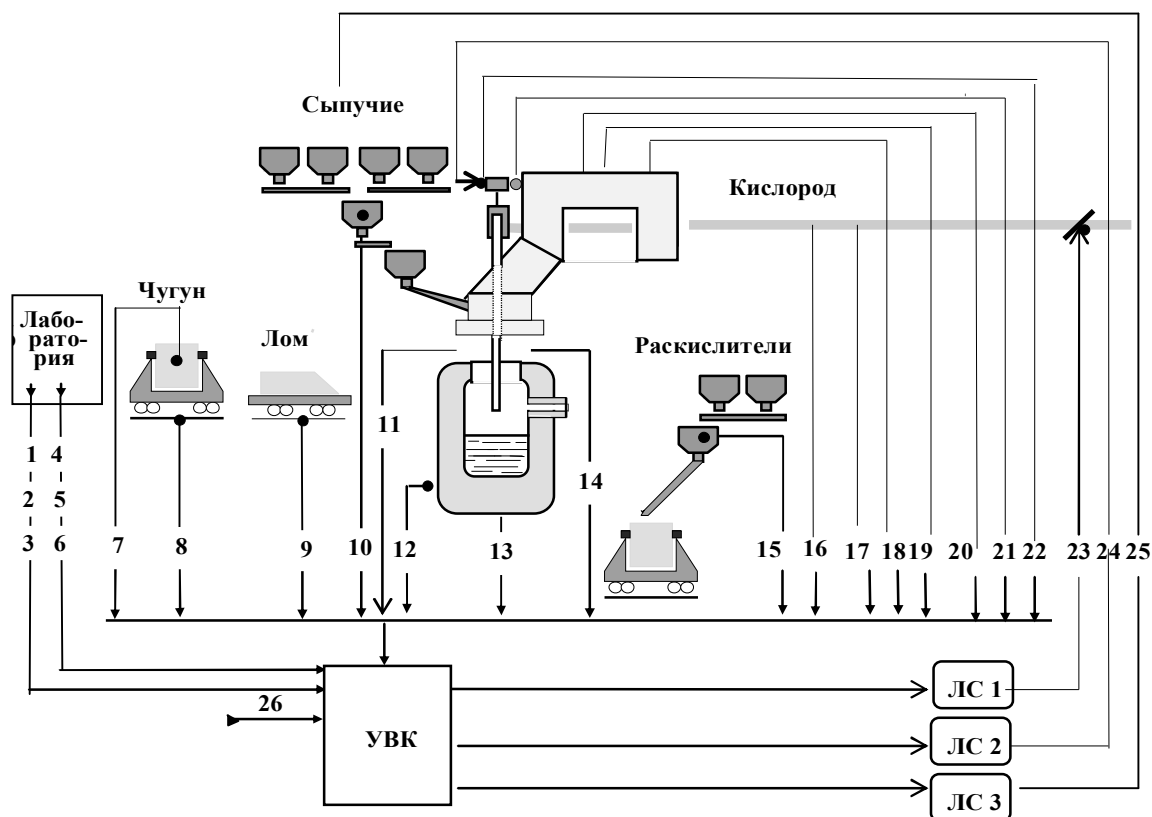


Рисунок 1. АСУ ТП конвертерной плавки:

1...3 – доля углерода, марганца и серы в чугуне; 4...6 – доля углерода, марганца и серы в готовом металле; 7 – температура чугуна; масса: 8 – чугуна, 9 – лома и 10 – сыпучих; 11 – акустическая характеристика продувки; 12 – электросопротивление футеровки; 13 – температура металла на повалке; 14 – параметры ванны, измеряемые зондом; 15 – масса раскислителей; 16 – давление дутья; 17 – расход дутья; 18 – температура отходящих газов; 19 – давление газов; 20 – химсостав отходящих газов; 21 – перепад температуры воды на входе и выходе фурмы; 22 – положение фурмы; 23 – регулирование расхода дутья; 24 – регулирование положения фурмы; 25 – регулирование массы и ритма подачи сыпучих материалов; 26 – марка стали; ЛС1, ЛС2, ЛС3 – локальные системы управления расходом дутья, положением фурмы и вводом сыпучих материалов; УВК – управляющий вычислительный комплекс

Структурная схема средств вычислительной техники для реализации системы управления конвертерной плавкой приведена на рис. 2.

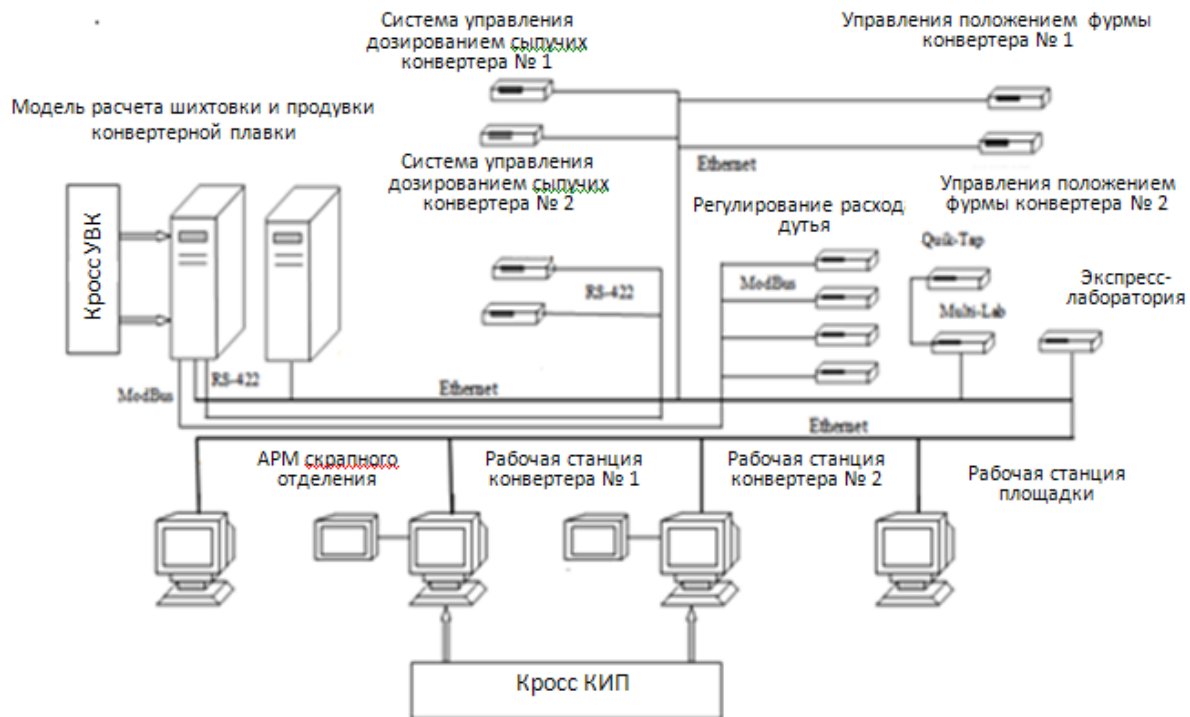


Рисунок 2. Структурная схема средств вычислительной техники

АРМ оператора конвертера выполнен на основе ПЭВМ. Монитор и беспроводный Трекбол установлен на пульте оператора конвертера, а системный блок – в помещении вычислительной техники. Соединение с системным блоком выполнено через усилители сигнала ATEN CE-250. Обмен информацией между контроллером управления положением фурмы та контроллером управления дозированием сыпучих и феросплавов (QUANTUM с соответствующим УСО) и контроллером управлением расходом кислорода (ROC-809) проходит по сети Ethernet. Для надежности информация о расходе кислорода на продувку дублируется аналоговым сигналом.

Контроллеры нижнего уровня обеспечивают:

- сбор и обработку информации о текущих значениях технологических параметров, необходимых для контроля и управления конвертером, контроль и сигнализацию отклонений измеряемых параметров, представления данных на пост управления конвертером и в информационную базу системы;
- обмен по сети с сервером информацией о технологических параметрах.

Производительность контроллера обеспечивает возможность сбора и первичную обработку входных сигналов в режиме реального времени с дискретностью 0,5 с.

Верхний уровень обеспечивает централизованный прием информации от нижнего уровня, ее обработку, решение задач по автоматическому определению временных ограничений технологических периодов плавки, формирование протокола плавки с ее реквизитами: дата (число, месяц, год), полный номер, номер футеровки с обеспечением визуализации протокола на постах управления конверторами ГПП1 и ГПП2 в реальном масштабе времени в окне на экранах мониторов рабочих станций, представление информации о текущих значениях технологических параметров в АРМ, а также создание базы данных, архивация протоколов плавки с возможностью выдачи на печать за какой-либо промежуток времени, оперативную передачу по сети полученной информации в базу данных заводского сервера учета производства ККЦ.

На верхнем уровне в соответствии с объемом и уровнем задач установлен двухпроцессорный промышленный компьютер (сервер).

Модель расчета шихтовки и продувки конвертерной плавки реализуется комплексом технических средств (КТС) в составе (рис. 2):

- сервера, решающего общецеховые задачи, обеспечивающего связь с АРМами системы и смежными подсистемами;
- АРМа машиниста дистрибутора на конвертерах № 1 и № 2;
- АРМа мастера производства на рабочей площадке;
- АРМа системы контроля и управления положением фурмы на конвертерах № 1 и № 2.

Система решает следующие задачи:

- расчет шихтовки плавки включает
 - 1) определение по химическому составу чугуна и его температуре, массе возвращенной жидкой стали, а также заданной марке стали (или заданному химсоставу, температуре металла на выпуске и массе жидкой стали) количества чугуна и лома на плавку. Модель позволяет определить одну из составляющих при фиксированном значении другой;
 - 2) определение заданных параметров дутьевого режима (расхода дутья и положения фурмы);
 - 3) определение количества шлакообразующих, охлаждающих материалов (теплоносителя в случае отрицательного теплового баланса или коррекцию конечного содержания углерода при отсутствии теплоносителя);
 - 4) определение суммарного количества кислорода на плавку и времени продувки;
 - 5) определение температуры ванны при продувке и додувке;
 - 6) корректирующий расчет для доводки плавки после промежуточного замера;

– корректирование коэффициентов модели по результатам проведенной плавки;

По сетевому интерфейсу система, реализующая модель, выдает в ЛСК следующую информацию:

– в систему управления дозированием сыпучих конвертера № 1 и № 2 задание для программного дозирования сыпучих материалов и ферросплавов;

– в систему регулирования расхода дутья задание на расход;

– в систему положения фурмы – уставки для управления положением фурмы.

Комплекс вычислительных средств системы обеспечивает получение информации от смежных систем по сети Ethernet и выдачу информации на экраны АРМов.

Система реализована для ЗАО «Азовсталь» с конвертерами емкостью 350 тонн.

Выводы. Для обеспечения требуемой надежности работы системы управления конвертерной плавкой она построена по децентрализованному принципу с применением на нижнем уровне контроллеров, обеспечивающих сбор и подготовку информации и реализующих функции локальных систем регулирования, и промышленных компьютеров на верхнем уровне. Связь между отдельными подсистемами осуществляется по сети Modbus и Ethernet.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойченко, Б.М. Конвертерне виробництво сталі (теорія, технологія, якість сталі, конструкція агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія) [Текст]: підручник / Бойченко Б.М., Охотський В.Б., Харлашин П.С. – Дніпропетровськ: РВА „Дніпро-ВАЛ”, 2004. – 454 с.

2. Основи металургійного виробництва металів і сплавів [Текст]: підручник / Д.Ф. Чернега, В.С. Богусhevський, Ю.Я. Готвянський та ін.; під ред. Д.Ф. Чернеги, Ю.Я. Готвянського. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.

3. Bogushevskiy V., Sharbatian M., Sukhenko V. System for the BOF Process Control // The advanced Science open access Journal. – 2013. – V. 5. – P. 23 – 27.

4. Богусhevський В.С. Система прийняття рішень у керуванні режимом дутьтя конвертерної плавки [Текст] / В.С. Богусhevський, В.Ю. Сухенко // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. – № 2. – С. 69 – 80.

5. Богусhevський В.С. Реализация модели управления конвертерной плавкой в системе принятия решений / В.С. Богусhevський, В.Ю. Сухенко, К.О. Сергеева, С.В. Жук // Матеріали міжнародної наукової конференції „Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту”. – Євпаторія, 2010. – С. 163 – 165.

УДК 622.625.28

ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ИЗ ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ СКВАЖИН – КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА УДАЛЕННЫХ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ОБЪЕКТАХ

Ю.А. Гуторов, доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий, математики и естественных наук
Филиала ФГБОУ ВПО «Уфимского государственного технического нефтяного университета» в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Россия, e-mail: itmen@jf.ugntu.ru

К.Ф. Габдрахманова, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных технологий, математики и естественных наук
Филиала ФГБОУ ВПО «Уфимского государственного технического нефтяного университета» в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Россия, e-mail: klara47@mail.ru

Ф.Г. Усманова, кандидат химических наук, доцент кафедры информационных технологий, математики и естественных наук
Филиала ФГБОУ ВПО «Уфимского государственного технического нефтяного университета» в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Россия, e-mail: fania1909@gmail.com

Аннотация. В работе проведено теоретическое исследование использования геотермальных ресурсов: использование тепловой энергии земли в промышленных целях, проанализирован существующий опыт использования геотермальной энергии в России и за рубежом. На основании анализа публикаций по данной проблеме предлагается использовать фонд законсервированных скважин в качестве источников геотермальной энергии для снижения энергетических затрат и негативного воздействия на окружающую среду в России.

Ключевые слова: геотермальная энергия, потенциал геотермальной энергии, законсервированные скважины, тепло- и электроснабжение, геотермальная станция, экономический эффект.

GEOTHERMAL ENERGY FROM ABANDONED WELLS - AN EFFECTIVE WAY TO REDUCE ENERGY COSTS FOR DISPOSING OIL PRODUCING OBJECTS

Y.A. Gutorov, Doctor of technical Sciences, Professor of the Department of information technology, mathematics and natural Sciences
Branch of Federal state educational institution of Ufa state technical oil University in October, Oktyabrskiy, Russia, e-mail: itmen@jf.ugntu.ru

C.F. Gabdrahmanova, candidate of pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of information technologies, mathematics and natural Sciences
Branch of Federal state educational institution of Ufa state technical oil University in October, Oktyabrskiy, Russia, e-mail: klara47@mail.ru.

F.G. Usmanov, candidate of chemical Sciences, Associate Professor of the Department of information technology, mathematics and natural Sciences
Branch of Federal state educational institution of Ufa state technical oil University in October, Oktyabrskiy, Russia, e-mail: fania1909@gmail.com.

Abstract. In this paper, a theoretical study of the use of geothermal resources: land use of thermal energy for industrial purposes, analyzed the existing experience in the use of geothermal energy in Russia and abroad. Based on the analysis of publications on this issue are encouraged to use the fund abandoned wells as geothermal energy to reduce energy costs and the negative impact on the environment in Russia.

Keywords: geothermal energy, potential of geothermal energy, abandoned wells, electricity and heating, geothermal station, the economic effect.

Введение. Сейчас человечество не сильно задумывается, что оно оставит будущим поколениям. Люди бездумно выкачивают и выкапывают полезные ископаемые и с каждым годом потребляют все больше и больше ресурсов. Растет население планеты, уровень жизни людей, а следовательно увеличивается и потребность в энергетических ресурсах. На сегодняшний день основное количество энергии мы получаем из традиционных ресурсов, таких как газ, нефть и уголь и во многих странах уже начали активно использовать возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Несомненно, что помимо добычи минеральных природных ресурсов становится необходимым и актуальным развитие отрасли альтернативной энергетики на основе ВИЭ. Одним из перспективных направлений в этой области является геотермальная энергия, так как ее запасы имеются практически по всей планете и они постоянны и удобны для использования в отличие от солнечной и ветровой энергии, которые отличаются прерывистым характером поступления.

Цель работы. Анализ возможности и целесообразности извлечения и использования геотермальной энергии из законсервированных скважин нефтяных и газовых месторождений.

Материал и результаты исследований. Как и в любом производстве, основной целью нефтегазодобывающих компаний является выполнение планов по производству продукции и получение прибыли. На решение задач по повышению энергоэффективности, сбережению ресурсов и природоохранные мероприятия у производителей, как правило, нет времени и материальных ресурсов. Следствием этого является нарастающий объем глобальных задач, встающих уже не только перед самими нефтегазодобывающими предприятиями, но и перед государством и обществом в целом. Таковыми, т.е. масштабными (глобальными) на наш взгляд сейчас как раз и являются проблемы энергосбережения и охраны ОС. Особенно

важными эти вопросы являются для месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, когда себестоимость добычи нефти становится высокой и накопленные неэксплуатируемые технические объекты, например, скважины, а также экологический ущерб и опасные отходы, требуют огромных затрат. Соответственно, решить такие глобальные задачи можно только сообща, объединяя усилия бизнеса (НГДП), государства и науки (научно-технических центров, научно-исследовательских институтов и вузов). Предлагаемый нами способ решения энергоснабжения удаленных нефтесодержащих объектов возможно реализовать именно при таком взаимовыгодном сотрудничестве, при котором все стороны найдут взаимопонимание, и вместе придут к положительному результату.

Анализ литературных данных позволил сделать следующие выводы: проблемы и способы снижения энергетических затрат на нефтесодержащих объектах исследуются и решаются двумя основными способами:

- автоматизация технологических процессов на объектах добычи нефти и регулирование режима добычи, например, попеременная эксплуатация скважин, а также усовершенствование технических характеристик используемых двигателей, насосов и других технических узлов [1, 2];

- использование малых, в том числе мобильных электростанций или электростанций малой мощности работающих на разных видах топлива: попутный нефтяной газ (ПНГ), природный газ, нефть, мазут, дизельное топливо [2, 3].

Перечисленные методы не позволяют эффективно решить проблему, так как они лишь переводят затраты ресурсов из одной статьи в другую и являются экологически небезопасными, т.к. влекут за собой загрязнение ОС посредством выбросов в атмосферу от сжигания топлива, образования немалого объема отходов и сточных вод, требующих обезвреживания и утилизации. Кроме того все перечисленные способы очень дороги. Так, например, зачастую затраты на обустройство нефтяных месторождений газотурбинными установками (ГТУ) не окупаются, а нефтесодержащие компании (опять же в виду отсутствия научно обоснованного подхода к выбору способа утилизации ПНГ) были вынуждены поставить ГТУ, чтобы не нарушать природоохранное законодательство и не платить штрафы. Другой пример с дизельными установками для энергоснабжения промысла: использование таких генераторов энергии мы считаем экономически нецелесообразным, т.к. для их работы требуется постоянный расход большого объема топлива. Это топливо еще нужно регулярно доставлять на место, что также весьма затруднительно и дорого ввиду удаленности таких объектов и зачастую отсутствия транспортных путей. Мы подсчитали, что обеспечение топливом дизельной установки мощностью 100 кВт с расхо-

дом топлива от 12 до 25 л/ч обходится в 2,6-5,4 млн. рублей в год при цене самой установки от 450 до 900 тысяч рублей в зависимости от производителя, технических характеристик и комплектации.

Рассмотрев и изучив данную проблему, мы предлагаем следующее решение: использовать имеющийся на месторождении фонд скважин, заброшенных, неэксплуатируемых или законсервированных в качестве источников геотермальной энергии. Интересно, что в других странах, например в Китае [4] и США [5], исследователи уже несколько лет занимаются решением этой задачи. Можно предположить, что это связано с тем, что таким образом можно значительно снизить затраты на разведку, строительство и обустройство скважин и попутно решается ряд других задач, связанных с экологической опасностью заброшенных скважин, и как следствие, необходимостью периодического мониторинга их состояния. Следует отметить тот факт, что в мире есть несколько геотермальных станций, построенных в сейсмически неактивных регионах, где отсутствуют температурные аномалии в геологических средах. Примером могут служить геотермальные станции в Германии и Франции [6], которым на сегодняшний день уже более 20 лет они успешно функционируют. Очень показателен опыт г. Кретей во Франции, где продуктивная наклонно пробуренная скважина глубиной 1800 м с температурой на устье 77 °С, расходом - 270 м³, давлением 0.6 МПа обеспечивает работу тепловой станции мощностью 10 МВт (8,6 Гкал/ч). Более того во Франции на 2007 год эксплуатировалось 30 геотермальных систем теплоснабжения и в результате было замещено 130 тыс.т у.т. (условного топлива) [6]. Для геотермальных месторождений данного региона характерна высокая минерализация и коррозионная активность теплоносителя, поэтому все трубопроводы и остальные конструктивные детали выполнены из нержавеющей стали. Себестоимость тепловой энергии, вырабатываемой на этих станциях составляет 35 евро/МВт·ч (1770 руб./Гкал).

На основании литературных данных мы также сделали вывод о том, что потенциал геотермальной энергии, заключенный в законсервированных скважинах месторождений нашей страны, возможно очень велик и его оценка может стать отдельной темой для исследований. Нами начато теоретическое исследование в плане анализа уровня развития данного направления в мире, ведется поиск и обработка имеющейся информации по способам использования геотермальной энергии заброшенных скважин в мире. Так, по данным НПЦ «Недра» на территории РФ только геологоразведочных скважин на нефть и газ (скважин опорно-параметрического и поисково-разведочного бурения) насчитывается более 130 000. По экспертным оценкам за период разведки и эксплуатации недр глубоким бу-

рением на нефть и газ было пробурено около 1 500 000 скважин, в том числе "геологоразведочных" (опорных, параметрических, поисковых, разведочных) и эксплуатационных. В настоящее время часть этих законсервированных и ликвидированных скважин находится в аварийном состоянии и представляет реальную угрозу для окружающей среды (ОС), т.к. из-за разрушения цементных мостов, коррозии устьевого оборудования и самой колонны теряется герметичность скважины, и появляются разливы рассолов, нефти, а иногда может возникнуть и открытый фонтан [7]. Такой случай произошел недавно в Краснодарском крае ночью 15 мая 2013 года на скважине N249 в промышленном районе хутора Ханьков Анастасиевского сельского поселения. Там произошел выброс газо-грязевой смеси, причиной которого стал срыв запорной арматуры в конструкции скважины. Промышленная скважина принадлежит ОАО "Роснефть-Краснодарнефтегаз". 17 мая рабочие продолжили монтаж новой запорной арматуры на устье скважины. На месте происшествия работали 134 человека и 42 единицы техники [8].

Как видим из примера, такое положение дел в стране приводит к загрязнению ОС, большим непредвиденным материальным затратам и потере ценных минеральных ресурсов. К сожалению ситуация практически не меняется, в виду отсутствия и у государства и у нефтедобывающих компаний целевых средств на решение проблем с такими скважинами, а также и интереса к решению этих задач.

Решение данной проблемы нам видится, как уже говорилось выше, в тесном сотрудничестве научных организаций, государства и нефтегазодобывающих компаний. Нами составлена программа исследований для выполнения научно-технической работы в этом направлении. Далее приведем описание планируемых работ.

1 Анализ имеющейся информации по способам использования геотермальной энергии в России и мире для тепло- и электроснабжения.

2 Выполнение теоретических и экспериментальных исследований с целью оценки минимально допустимой разности температур, обеспечивающей получение рентабельного источника геотермальной энергии для использования в качестве источника тепловой и электрической энергии.

3 Изучение по изотермам на дневной поверхности закономерностей распределения источников геотермальной энергии в районах интенсивной нефтедобычи с целью выявления ее аномальных источников, удовлетворяющих критериям рентабельности каждого конкретного источника (скважины).

4 Разработка эскизного проекта, а затем технического проекта функциональной схемы блочной геотермальной станции, предназначенной для

использования геотермальной энергии в качестве источника для систем бытового или промышленного теплоснабжения (БГС-Т).

5 Разработка эскизного проекта, а затем технического проекта функциональной схемы блочной геотермальной станции, предназначенной для использования геотермальной энергии в качестве источника электроэнергии (БГС-Э).

6 Разработка конструкторской документации и изготовление опытных образцов БГС-Т и БГС-Э.

7 Проведение приемочных испытаний БГС-Т и БГС-Э в промышленных условиях на территории потенциального заказчика.

8 Корректировка конструкторской документации на БГС-Т и БГС-Э по результатам приемочных испытаний.

9 Адаптация имеющихся технических проектов БГС-Т и БГС-Э для разных условий нефтедобывающих регионов РФ с дальнейшей разработкой конструкторской документации и изготовлением опытных образцов для проведения приемочных испытаний.

Несмотря на большие объемы инвестиций, требуемых на выполнение этих работ, мы считаем, что эффекты от реализации таких проектов полностью себя окупят. Так как строительство таких геотермальных станций на объектах добычи нефти и газа позволит значительно сократить расходы на топливо. Другим положительным эффектом будет улучшение экологической ситуации на этих объектах за счет снижения объемов выбросов в атмосферу, образования отходов и сточных вод и как следствие, снижение затрат на платежи за негативное воздействие на ОС.

Вывод. Кроме экологического и экономического эффектов от реализации таких проектов в нефтегазодобывающих компаниях можно получить еще и социальные выгоды, которые будут выражаться в создании новых рабочих мест, а для месторождений, находящихся на заключительной стадии разработки даст возможность переориентироваться на энергетическую отрасль и занять там свою нишу. Еще одним положительным результатом этих работ, несомненно, будет появление новых современных технологий в данной отрасли и в целом по стране это позволит развивать и расширять использование ВИЭ и энергосберегающих технологий. В направлении применения ВИЭ и в том числе геотермальной энергии Россия значительно отстает от развитых стран и поэтому проблема весьма актуальна и значима. Предполагаемые результаты от реализации данной программы позволят распространить разработанные технологии извлечения геотермальной энергии практически по территории всей России, где имеются законсервированные нефтяные и газовые, а также возможно и другие разведочные или поисковые скважины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев Н.М. ОАО «РИТЭК» - за экологическую безопасность. Журнал «Элита Татарстана» / <http://www.elitat.ru/index.php?rubrika=48&st=2114&type=3&lang=1>. Дата публикации 18.04.2012.
2. Евдокимов Я.Ю. Эксплуатация нефтяных скважин винтовыми насосами. - Труды XIII Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» / <http://past.tpu.ru/files/nu/ignd/sec11-09.pdf>.
3. Месторождения на заключительной стадии разработки. Пути решения проблемы высоких энергозатрат. - "Oil@Gas Journal. Russia" / <http://www.ogjussia.com/science/mestorozhdeniya-na-zaklyuchitelnoy-stadii-razrabotki/> - октябрь, 2013 г.
4. [John W. Lund](#), [Derek H. Freeston](#), [Tonya L. Boyd](#). Direct utilization of geothermal energy 2010 worldwide review / Geothermics, Vol.40, Is.3, September, 2011, P.159–180.
5. [Wen-Long Cheng](#), [Tong-Tong Li](#), [Yong-Le Nian](#), [Chang-Long Wang](#). Studies on geothermal power generation using abandoned oil wells / [Energy](#). Vol.59, №15, September, 2013, P.248–254.
6. Бутузов В.А. Примеры реализованных проектов геотермального теплоснабжения в Германии и Франции / http://www.rosteplo.ru/tech_stat/stat_shablon.php?id=2693.
7. Обследование и ликвидация экологически опасных скважин на нефть и газ нераспределенного фонда недр, пробуренных за счет государственных средств / <http://www.nedra.ru/rus/activity/terminate.php>.
8. В Краснодарском крае на одной из скважин "Роснефти" "зафонтировал" газ. Новости / <http://www.oilru.com/news/369054/>.

УДК 662.7

МОТОРНІ ПАЛИВА З ВІДХОДІВ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

В.В. Слободчиков, завідувач денним відділенням «Механізація та інформаційні технології», викладач спецдисциплін

Миколаївський будівельний коледж Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Миколаїв, Україна

Г.О. Аржаєв, голова циклової комісії спецдисциплін «Машинобудування та матеріалобробка», викладач вищої категорії, викладач-методист

Миколаївський будівельний коледж Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Миколаїв, Україна

М.М. Балака, асистент кафедри будівельних машин

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: balaka_maxim@ukr.net

Анотація. В роботі проведено аналіз стану переробки відходів термопластичних

полімерів з подальшим порівнянням складу моторних палив, вироблених з традиційної та альтернативної органогенної сировини.

Ключові слова: альтернативне моторне паливо, термопластичні полімери, піроліз, органогенна сировина.

ENGINE FUELS FROM THE WASTE POLYMERIC MATERIALS

V. Slobodchikov, Chief of Mechanization and Information Technology Day Department, Lecturer of Special Disciplines
Mykolaiv Building College of Kyiv National University of Construction and Architecture, Mykolaiv, Ukraine

G. Arzhaev, Presiding Commissioner of Mechanical Engineering and Materials Processing Special Disciplines, Lecturer of Highest Category, Lecturer-methodologist
Mykolaiv Building College of Kyiv National University of Construction and Architecture, Mykolaiv, Ukraine

M. Balaka, Assistant of Building Machinery Department
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: balka_maxim@ukr.net

Abstract. The paper analyzes the state of the thermoplastic polymers recycling followed by a comparison of the engine fuels composition produced from conventional and alternative organic materials.

Keywords: alternative engine fuel, thermoplastic polymers, pyrolysis, organic materials.

Вступ. Відходи поширених останніми роками в світі термопластичних полімерів є найбільш стійкими до впливу довкілля речовинами, терміни природного розкладання яких обчислюються сотнями років. Практично ці відходи не самознищуються, а продовжують забруднювати навколишнє природне середовище багато сторіч.

Проблема переробки цих відходів має два аспекти: екологічний та енергетичний. З одного боку, знищуючи відходи полімерів, оздоровлюємо довкілля, а з іншого – ці відходи є вуглеводневими похідними і можуть бути сировиною для отримання альтернативного моторного палива, яке знайде застосування у паливно-енергетичному комплексі держави. Це питання має особливу актуальність для України в міру зростання вартості сировини та через виснажені запаси корисних копалин.

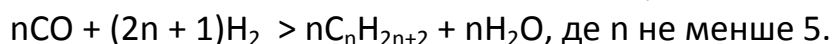
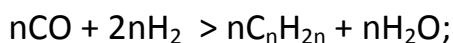
Мета роботи. Проаналізувати стан переробки відходів полімерних матеріалів та порівняти склад моторних палив, вироблених з традиційної та альтернативної органогенної сировини.

Матеріал та результати досліджень. Переробці підлягають виключно

поліетилен, поліпропілен, полістирол та їх сополімери, які не містять шкідливих сполук та складаються в основному з карбону та гідрогену.

Допускається переробка хлоро- та фторовмісних пластиків, а також пластиків, які містять CN-групи у кількості, що не перевищує 5 % від маси основної сировини. Переробці підлягає пакувальний матеріал (плівка, коробки, пляшки, банки тощо), побутові товари, одноразовий посуд, шприци, медичні системи для переливання крові та інші вироби. Вище перераховані пластмаси можна розкладати на рідкі вуглеводні за принципом термічного (450...550 °С та 2...7 МПа) або каталітичного (450 °С та атмосферний тиск у присутності каталізаторів – алюмосилікатів) крекінгу [1].

Синтетичний бензин (синтин) отримують із суміші газу, в якому міститься 56,5 % водню, 28,5 % карбон (II) оксиду та інших газів. Для цього використовують каталізатори за помірної температури. Хімічна реакція зводиться до таких процесів [2]:



За попередніми оцінками в Україні щорічно накопичується до 1 млн. т відходів пластику, причому існує стійка тенденція зростання їх кількості в подальшому. В той же час в державі відсутня відповідна структура по збиранню, сортуванню та підготовці цих відходів, що вкрай ускладнює їх переробку. Необхідно усвідомлювати, що створення такої структури потребує значних коштів та часу.

Відомо, що в західноєвропейських країнах відходи накопичуються в більшій кількості: в Австрії – до 3 млн. т на рік, в Німеччині – до 8 млн. т на рік та у США – до 30 млн. т на рік [1]. У цих країнах існує налагоджена система збирання таких відходів.

Відходи частково переробляються на вторинні пластикові матеріали обсягом до 10 % від загальної кількості сировини. Якість виробів із вторинних пластиків у ряді випадків не відповідає вимогам екологічних та гігієнічних стандартів розвинених країн. Практично пластикові відходи в цих країнах не переробляються, а накопичуються з метою їх подальшої утилізації.

Над розробкою технології перетворення полімерних відходів на енергетичне паливо працюють як вітчизняні, так і закордонні науковці. Значних успіхів на цьому шляху досягнув колектив кафедри двигунів внутрішнього згоряння Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова в м. Миколаєві [2].

В основі розробленої технології, як і інших аналогічних, лежить низькотемпературний керований піроліз полімерів без доступу повітря в присутності каталізаторів. При цьому пірогенні перетворення органічної сировини охоплюють цілий ряд термічних процесів: зміну структури шляхом

розпаду (крекінгу) та їх ускладнення шляхом конденсації та полімеризації. При ізомеризації, завдяки введенню високої температури ззовні, окремі групи та радикали намагаються зайняти таке положення у молекулі, яке відповідає максимальній стійкості за реальних фізико-хімічних умов.

Термічне розкладання молекул пов'язано зі зменшенням міцності внутрішніх зв'язків при підвищенні температури.

Загалом, процес термічного розкладання органічної сировини проходить у напрямку перетворення менш стійких високомолекулярних сполук до більш стійких низькомолекулярних речовин – рідких вуглеводнів різного складу.

Переробне обладнання технологічної установки не потребує додаткових енергоносіїв, оскільки джерелом енергії є сировина, що переробляється. Незначна кількість електроенергії потрібна для роботи насосів, вентиляторів, систем автоматики та освітлення, витрати якої становлять приблизно 45...50 кВт на одну тонну відходів. Установка обслуговується замкнутою системою охолодження, де витрата води на підживлення системи не перевищує 10 л на добу на одну тонну відходів.

Внаслідок піролізу утворюються продукти розкладу (у % мас.) трьох основних типів: піролізний газ – 20...25; рідке вуглеводневе паливо – 70...75; твердий залишок – 0,1...5,8 в залежності від забруднення первинної сировини [2].

Таким чином, після переробки 1 т сировини утворюється до 750 кг штучного палива, що не містить сірку та вільне від ряду небезпечних органічних сполук, які входять до складу моторних палив нафтового походження. Цей продукт представляє собою суміш бензино-газо-мазутних фракцій і може використовуватись як котельне паливо без додаткової переробки. Під час доукомплектування технологічної установки роздільно-ректифікаційними апаратами штучне рідке паливо може бути розділено з метою отримання бензину, дизпалива високої якості та важкого топкого мазуту. Після ректифікації з штучного палива можна отримати 35...40 % мас. неетилованого бензину марки А-76, 45...50 % мас. літнього дизпалива марки Л-0,2-40 та 10...15 % мас. котельного палива, що відповідає за характеристиками мазуту марки М-40 за ГОСТ 10585-75 [3].

Склад альтернативного бензину А-76А, що отримується шляхом переробки термопластичних полімерів, відповідає ТУ У 24790314-002, а склад альтернативного дизпалива Л-0,2-40А, отриманого аналогічним шляхом – технічним умовам ТУ У 24790314-003.

У таблиці 1 наведено порівняльний склад альтернативного бензину А-76А та бензину А-76 за ГОСТ 2084-77, а у таблиці 2 – порівняльний склад альтернативного дизпалива Л-0,2-40А та дизпалива Л-0,2-40 згідно ДСТУ

3868-99.

Таблиця 1 – Порівняльний склад альтернативного бензину А-76А за ТУ У 24790314.002 та бензину А-76 за ГОСТ 2084-77

Показники	Марка бензину	
	А-76	А-76А
Октанове число	76	76
Концентрація тетраетилсвинцю у бензині, г/дм ³ (не більше):		
етилованому	0,17	відсутній
неетилованому	0,013	
Фракційний склад:		
температура початку перегонки, °С (не нижче)	35	35
10 % переганяється за температури, °С (не вище)	70	56
50 % переганяється за температури, °С (не вище)	115	99
90 % переганяється за температури, °С (не вище)	180	163
кінець кипіння бензину, °С (не вище)	195	190
залишок у колбі, % (не більше)	1,5	1,3
залишок та втрати, % (не більше)	4,0	3,8
Тиск насиченої пари, кПа (не більше)	66,7	68,0
Кислотність, мг КОН/100 см ³ бензину (не більше):		
етилованого	3,0	–
неетилованого	1,0	1,0
Концентрація фактичних смол, мг КОН/100 см ³ бензину (не більше):		
на місці виробництва –		
етилованого	5,0	–
неетилованого	3,0	3,0
на місці споживання –		
етилованого	10,0	–
неетилованого	8,0	–
Масова частка сірки, % мас. (не більше)	0,1	відсутня
Випробування на мідній пластинці	витримує	
Вміст водорозчинних кислот та лугів	відсутній	
Вміст домішок	відсутній	
Вміст води	відсутній	
Колір	жовтий	
Густина при 20 °С, кг/м ³ (не більше)	–	711

Таблиця 2 – Порівняльний склад альтернативного дизпалива Л-0,2-40А за ТУ У 24790314-003 та дизпалива Л-0,2-40 за ДСТУ 3868-99

Показники	Марка дизпалива	
	Л-0,2-40	Л-0,2-40А
Цетанове число	45	45
Фракційний склад:		
50 % переганяється при температурі, °С (не вище)	280	270
90 % переганяється при температурі, °С (не вище)	360	350
В'язкість кінематична при 20 °С, мм ² /с	3,0...6,0	3,4
Температура застигання для помірної кліматичної зони, °С (не вище)	-10	-18
Температура помутніння для помірної кліматичної зони, °С (не вище)	-5	-10
Температура спалахнення, що визначається у закритому тиглі, °С (не нижче):		
для тепловозних та суднових дизелів	62	–
для дизелів загального призначення	40	43
Масова частка сірки, % мас. (не більше)	0,2	відсутня
Масова частка меркаптанової сірки, % мас. (не більше)	0,01	відсутня
Вміст сірководню	відсутній	
Випробування на мідній пластинці	витримує	
Вміст водорозчинних кислот та лугів	відсутній	
Концентрація фактичних смол, мг/100 см ³ палива (не більше)	40	
Йодне число, г йоду/10 г палива (не більше)	6	6
Зольність, % мас. (не більше)	0,01	0,005
Коксівність 10 %-го залишку, % (не більше)	0,2	0,05
Коефіцієнт фільтрування (не більше)	2	2
Вміст механічних домішок	відсутній	–
Вміст води	відсутній	
Густина при 20 °С, кг/м ³ (не більше)	860	

Висновки. Використання відходів полімерних матеріалів дозволяє істотно економити первинну сировину (передусім, нафту) та електроенергію, що, в свою чергу, сприяє енергетичній незалежності держави. Розглянутий спосіб утилізації відходів полімерних матеріалів на основі піролізу дозволяє отримати висококалорійне паливо. При цьому порівняльний склад альтернативного моторного палива, отриманого шляхом переробки тер-

мопластичних полімерів, і палива нафтового походження подібний між собою, що цілком дозволяє використовувати його в якості альтернативного джерела енергії в двигунах внутрішнього згорання наземних транспортно-технологічних засобів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хіммотологія наземних транспортно-технологічних засобів : навч. посібник / В. М. Коваленко, Л. Є. Пелевін, Г. О. Аржаєв, В. В. Слободчиков. – К. : Аграр Медіа Груп, 2012. – Ч. I : Палива моторні. – 300 с.
2. Полянський С. К. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин : підручник / С. К. Полянський, В. М. Коваленко. – К. : Либідь, 2005. – 504 с.
3. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение : справочник / [И. Г. Анисимов, К. М. Бадаштова, С. А. Бнатов и др.]; под ред. В. М. Школьников. – [2-е изд.]. – М. : Техинформ, 1999. – 596 с.

УДК 621.1.016

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНОГО АККУМУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ

И.А. Садовенко, доктор технических наук, профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

А.В. Инкин, кандидат технических наук, докторант кафедры гидрогеологии и инженерной геологии

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: inkin@ua.fm

Аннотация. На основе анализа климатических условий Западного Донбасса рассчитаны тепловые нагрузки, возникающие при отоплении и кондиционировании зданий жилого микрорайона. По результатам моделирования фильтрации и теплопереноса в водоносных коллекторах, используемых в качестве хранилищ тепловой энергии, установлена пространственно-временная динамика формирования термальных ореолов при закачке и отборе теплоносителей. Определена энергетическая мощность природных теплоресурсов и экономия энергии при использовании подземных вод для тепло- и холодоснабжения коммунального сектора.

Ключевые слова: водоносные коллекторы, тепловая энергия, аккумуляция, подземные воды.

MODELING OF WORK UNDERGROUND ACCUMULATION SYSTEM OF THERMAL ENERGY

I. Sadovenko, Doctor of Technical Science, Professor of Department hydrogeology and engineering geology

State Higher Educational Institution "National mining university", Dnepropetrovsk, Ukraine

O. Inkin, Candidate of Technical Science, Doctoral of Department hydrogeology and engineering geology

State Higher Educational Institution "National mining university", Dnepropetrovsk, Ukraine,

e-mail: inkin@ua.fm

Abstract. Thermal loadings, that occurring at heating and conditioning of estate buildings were estimated on the basis of analysis of climatic terms of Western Donbas. Space and time dynamics of thermal aureole forming during injection and pumping of heat transfer has been established according to the results of modeling of flow and heat transport in the aquifer as thermal energy storage. Power and natural energy resources economy was certain due to ground water using warm - and cold of engineering building supply.

Keywords: aquiferous collectors, thermal energy, accumulation, underwaters.

Введение. Для Украины актуален поиск нетрадиционных способов получения и хранения тепловой энергии. Применяемые в мировой практике [1] для аккумуляции теплоносителей такие типы природных резервуаров, как соляные полости и истощенные углеводородные залежи, не могут рассматриваться как основные ввиду ограниченности их распространения на территории промышленных центров страны. Так, в горно-геологических условиях Донбасса снижение энергетических нагрузок в промышленном и жилищно-коммунальном секторах может быть достигнуто за счет тепло-емкостного ресурса затопленных шахт. Наличие в массивах горных пород зон обладающих герметичностью, большой теплообменной поверхностью и проницаемостью, достаточной для фильтрации жидкого теплоносителя, создают предпосылки для создания в них системы подземного накопления и хранения тепловой энергии.

Аккумулирующие геосистемы предназначены для отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования зданий соответственно за счет сохранения летнего тепла и зимнего холода в водоносных коллекторах. Такая система состоит из скважин, через которые с земной поверхности в пласт закачивается вода с температурой, характерной для данного времени года (рис. 1). Одни скважины служат для хранения тепла, другие – холода [2]. Летом вода из "холодных" скважин поступает в систему кондиционирования воздуха и, отдав холод, уже с более высокой температурой закачивается в пласт через "теплые" скважины. Таким образом, по

мере подачи холодоносителя потребителю, в пласте происходит сокращение запаса холода и одновременное увеличение запаса тепла. Зимой направление процесса меняется. Теплая вода через тепловой насос подается для отопления и горячего водоснабжения зданий, и после отдачи тепла, поступает в пласт-коллектор через "холодные" скважины. При этом в пласте возрастает запас холода, а запас тепла уменьшается.

Хранение теплоносителей в водоносных пластах для тепло- и холодоснабжения зданий является одним из наиболее быстро развивающихся направлений применения возобновляемой энергии в мире. Ежегодный прирост таких систем в более чем 30 странах за прошедшие 10 лет составил около 15% [2]. Получаемая низко кондиционная тепловая энергия в большей части (85%) используется на обогрев помещений. При этом весьма важным преимуществом работы аккумулирующей геосистемы является экономия ископаемых топлив и сокращение эмиссии углекислого газа (CO_2). Так, если ежегодное использование геотермальной энергии в мире (28000 ТДж) сравнить с производством такого количества энергии на станциях, применяющих углеводородное топливо, то экономия составит 15,4 млн. баррелей нефти, что исключит выброс в атмосферу 7 млн. тонн CO_2 .

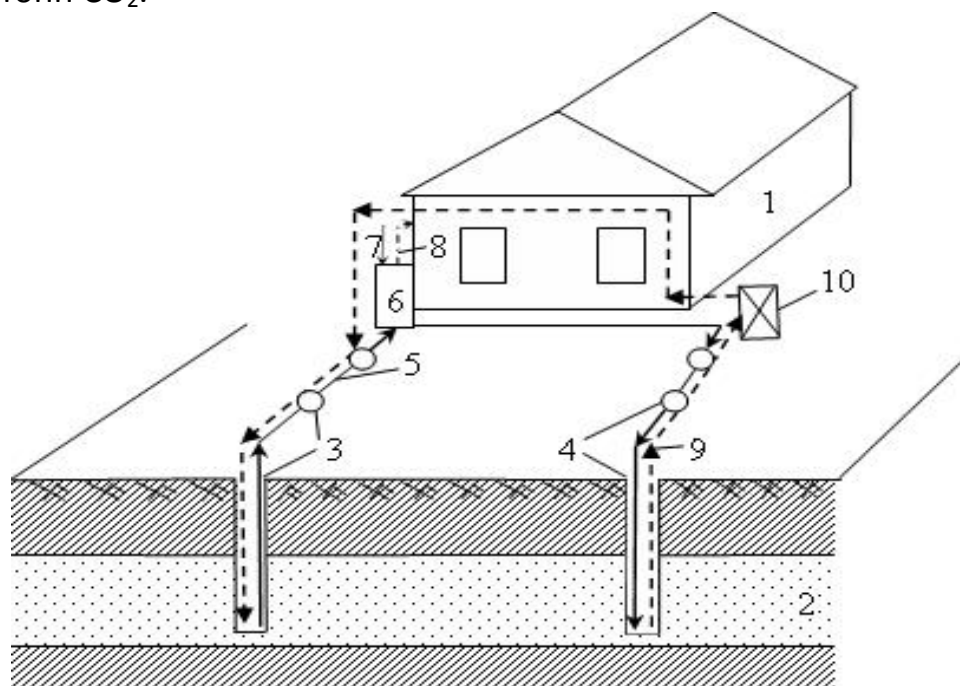


Рисунок 1 – Схема тепло- и холодоснабжения зданий с помощью системы подземного аккумулирования тепловой энергии: 1 – здание; 2 – водоносный коллектор; 3, 4 – соответственно "холодные" и "теплые" скважины; 5 – путь движения воды из холодной скважины летом; 6 – система кондиционирования воздуха; 7, 8 – наружный и охлажденный воздух соответственно; 9 – путь движения воды из теплой скважины зимой; 10 – тепловой насос

Цель работы. Эффективность создания и эксплуатации станций подземного аккумулирования напрямую зависит от соотношения ее технологических и термодинамических параметров с горно-геологическими условиями и энергетическими нагрузками потребителей. В связи с этим, целью данной работы является установление пространственно-временной динамики формирования термальных ореолов в водоносном пласте для обоснования технологических мер по отбору тепловой энергии, что позволит минимизировать и синхронизировать потребление природных энергоносителей жилыми микрорайонами. Для этого необходимо решение следующих задач: 1) на основе анализа климатических условий определить изменение потребления тепла коммунальным сектором в течение года; 2) выполнить моделирование термогидродинамических процессов в водоносном коллекторе, используемом в качестве хранилища тепловой энергии; 3) определить энергетическую мощность и экономию энергоресурсов при использовании подземных вод для тепло- и холодоснабжения зданий микрорайона.

Материал и результаты исследований. Динамика теплотребления зданий и помещений в первую очередь зависит от температуры наружного воздуха. Согласно нормативным документам [3] отопление гражданских и промышленных объектов должно начинаться при устоявшейся в течение нескольких дней температуре воздуха меньше 8°C , а охлаждение (кондиционирование) – при температуре более 25°C . В табл. 1 приведены климатические условия Западного Донбасса, анализ которых показывает, что отопительный период на данной территории длится с ноября по март, а охлаждающий – с июня по август.

Таблица 1 – Средняя температура и относительная влажность воздуха на территории Западного Донбасса

Показатели	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$t, ^{\circ}\text{C}$	6,1	-4,8	0,4	9,3	15,5	26,1	27,9	26,8	14,9	8,1	2,0	-2,6
$\psi, \%$	86	84	81	67	61	64	62	60	65	75	87	90

Количество тепла, необходимое для обогрева жилых зданий в отопительный период, определяется из выражения [4]

$$Q_{отоп} = q_0 \cdot k_c \cdot V \cdot (t_n - t_n), \quad (1)$$

где q_0 – средние удельные отопительные характеристики сооружения; k_c – коэффициент, учитывающий зависимость расхода тепла от рода и вида системы отопления; V – обогреваемый объем здания; t_n, t_n – соответственно температура в помещении и наружного воздуха.

Общий расход воды на отопление и горячее водоснабжение зданий находится по соотношению

$$q_{\text{общ.вод.}} = 5 \cdot q' \cdot \alpha, \quad (2)$$

где q' – расход воды, величина которого согласно [4] для жилых зданий квартирного типа с централизованным горячим водоснабжением принимается равным $17,2 \text{ м}^3/\text{сут}$; α – коэффициент, определяемый в зависимости от произведения общего количества водоразборных приборов на расчетном участке сети N и вероятности их действия в жилых зданиях P

$$P = \frac{q' \cdot U}{q'' \cdot N'}$$

q'' – нормативный расход воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления; U – количество жителей в зданиях.

Количество воды, расходуемое на горячее водоснабжение, будет равно

$$q_{\text{гор.вод.}} = q''' \cdot U, \quad (3)$$

q''' – средний расход горячей воды одним потребителем в сутки.

Тепловой поток на нужды горячего водоснабжения определяется по соотношению

$$Q_{\text{гор.вод.}} = c \cdot q_{\text{гор.вод.}} \cdot (t_{\text{гор.вод.}} - t_{\text{холод.}}), \quad (4)$$

где c – объемная теплоемкость воды; $t_{\text{гор.вод.}}$, $t_{\text{холод.}}$ – соответственно температура горячей и холодной воды.

Анализ табл. 1 показывает, что теплый период года является менее энергоемким, чем холодный, в виду меньшей разности температур внутреннего и наружного воздуха. Однако значительный избыток тепла в зданиях и более высокая стоимость охлаждения воздуха, приводит к необходимости снижения затрат энергии на кондиционирование помещений. Мировой научно-практический опыт [5] показывает, что перспективным способом климатизации инженерных сооружений является использование оросительных форсуночных камер, в которых воздух обрабатывается непосредственным контактом с водой. Если температура воды будет ниже температуры воздуха, но выше температуры точки росы, то температура воздуха будет понижаться. При этом, вследствие испарения влагосодержание воздуха будет увеличиваться, а энтальпия – уменьшаться. Уменьшение энтальпии объясняется тем, что количество скрытого тепла, поступающего в воздух с водяными парами, будет меньше, чем количество явного тепла, отданного воздухом при контакте с водой на повышение её температуры. Холодопроизводительность такой системы можно определить из выражения

$$Q_{\text{холод.}} = q_{\text{возд.}} \cdot (h_2 - h_1),$$

$$h = c_{\text{возд.}} \cdot t_{\text{возд.}} + (Q_0 + c_{\text{вод.пар.}}) \cdot d, \quad d = \frac{\Psi}{100} \cdot d_n, \quad (5)$$

где $q_{\text{возд.}}$, $t_{\text{возд.}}$ – расход и температура воздуха; h_1 , h_2 – соответственно энтальпия внутреннего и наружного воздуха; $c_{\text{возд.}}$, $c_{\text{вод.пар.}}$ – удельная теплоемкость воздуха и водяного пара соответственно; Q_0 – скрытая теплота испарения 1 кг воды при температуре нуль градусов; d , d_n , Ψ – влагосодержание, влагоемкость и относительная влажность воздуха.

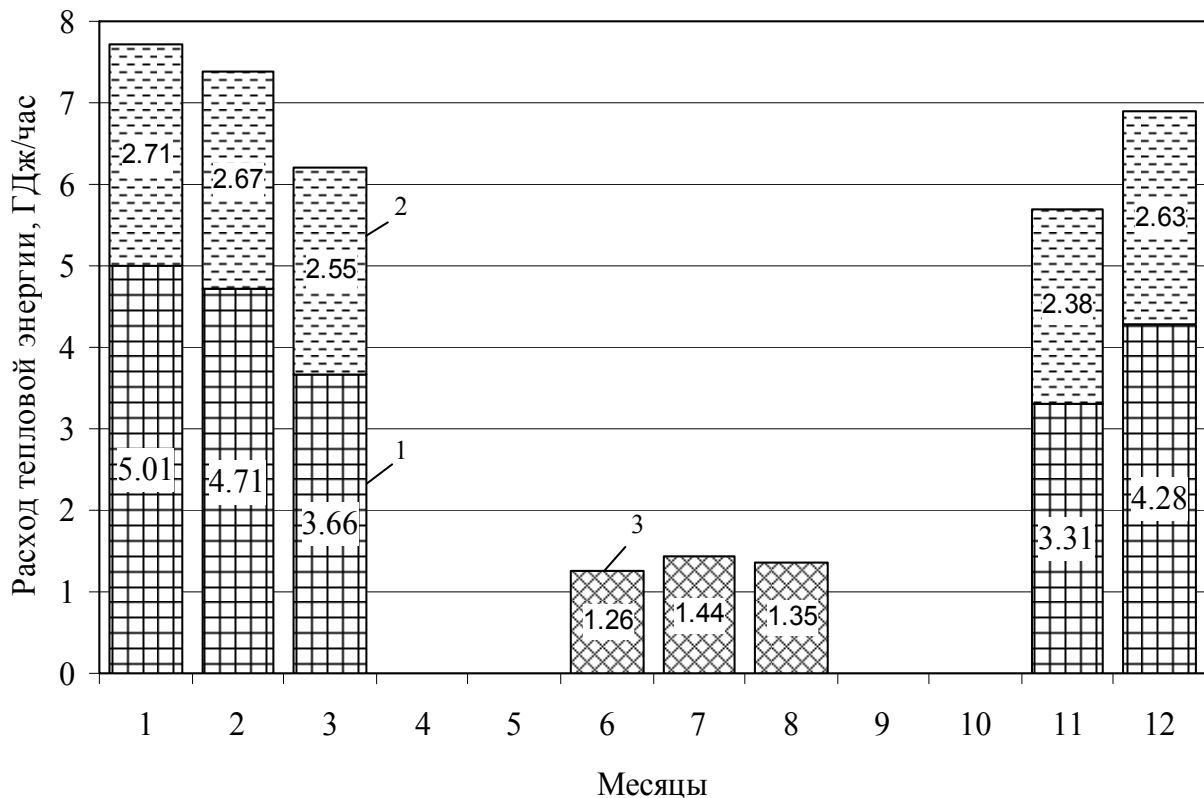


Рисунок 2 – Годовая динамика теплотребления жилого микрорайона в Западном Донбассе: 1, 2, 3 – соответственно расход тепловой энергии на отопление, горячее водоснабжение и кондиционирование зданий

На рис. 2 показана динамика теплотребления жилого микрорайона в течение года. При построении диаграммы параметры наружного воздуха принимались согласно табл. 1, а жилищно-коммунальные характеристики задавались следующими: $U = 3000$ чел; $V = 150000 \text{ м}^3$ (согласно нормам площади на 1 чел.); $q_0 = 1254 \text{ Дж/м}^3 \cdot \text{час} \cdot ^\circ\text{C}$; $\kappa_c = 1,15$; $t_n = 18 ^\circ\text{C}$; $N = 100$; $P = 0,33$; $q''' = 0,0033 \text{ м}^3/\text{час}$; $c = 4,183 \text{ МДж/м}^3 \cdot ^\circ\text{C}$; $t_{\text{гор.вод.}}$ – задавалась в зависимости от температуры наружного воздуха [1]; $t_{\text{холод.}} = 5 ^\circ\text{C}$; $q_{\text{возд.}} = 75000 \text{ м}^3/\text{час}$ (согласно нормативу [3] $25 \text{ м}^3/\text{час}$ на 1 чел.); $h_1 =$

46 кДж/кг (энтальпия при климате, который необходимо поддерживать в помещениях в теплое время года [4]: $t_n = 23^{\circ}\text{C}$ и $\psi = 50\%$); $Q_0 = 2500$ кДж/кг; $c_{\text{возд}} = 1,006$ кДж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$; $c_{\text{вод.пар}} = 1,86$ кДж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$.

Анализ диаграммы показывает, что большая часть тепловой энергии расходуется на отопление и горячее водоснабжение помещений (82 %), в то время как расход энергии на холодоснабжение составляет 18 %. Соотношение тепловых потоков идущих на подготовку горячей воды и обогрев зданий изменяется в диапазоне от 0,55 до 0,71, что позволяет производить подачу и подогрев теплоносителей для нужд отопления и водоснабжения последовательно [4].

В соответствии с динамикой потребления тепла жилым микрорайоном система подземного аккумулирования принимается состоящей из трех "теплых" и трех "холодных" скважин. Суммарный расход воды по всем скважинам определяется конкретными гидрогеологическими условиями. Для проведения тестовых расчетов был рассмотрен участок вблизи Левенцовской площади на территории Западного Донбасса [6]. Данные о годовых дебитах скважин приведены в табл. 2, знаки "+" соответствуют закачке воды в пласт-коллектор, а "-" – ее отбору.

Моделирование фильтрации и теплопереноса в водоносном горизонте при закачке и отборе теплоносителей в течение трех лет было выполнено с помощью программы ModFlow 2009 (Schlumberger W.S.). Для решения поставленной задачи использовалась разработанная и протестированная в [7] численная модель с нестационарными источниками воды и тепла, позволяющая описывать переходные режимы теплопереноса. В данной работе дополнительно учитывается произвольное расположение нескольких скважин, различная температура закачиваемой и отбираемой воды, неоднородная структура и переменная мощность водоносного коллектора.

Таблица 2 – Годовой цикл суммарного расхода теплоносителя по скважинам системы подземного аккумулирования тепловой энергии

Скважины	Расход теплоносителя по месяцам, м ³ /сут											
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	Отопление					Простой		Кондиционирование			Простой	
"Холодные"	+600	+600	+600	+600	+600	-	-	-1000	-1000	-1000	-	-
"Теплые"	-600	-600	-600	-600	-600	-	-	+1000	+1000	+1000	-	-

Расстояние между скважинами определялось путем варьирования параметров модели. Чрезмерное сближение скважин приводит к взаимодействию "теплых" и "холодных" температурных ореолов в водоносном горизонте, а удаление – к увеличению длины трубопро-

водов и росту теплопотерь, изменяющихся от 35 до 140 кДж на один погонный метр. Начальная температура пласта-коллектора определялась из выражения

$$T = T_0 + \Gamma(H - H_0), \quad (6)$$

где T_0 , H_0 – соответственно температура и глубина залегания нейтрального слоя; Γ – геотермический градиент; H – глубина залегания водоносного пласта.

Температура воды, нагнетаемой в "теплые" скважины принималась равной 25 °С, в "холодные" – 6 °С. Глубина залегания и средняя мощность пласта задавалась 300 и 20 м соответственно, гидравлический уклон 0,004, упругоёмкость 0,0001, пористость 0,2 [6]. Геотермический градиент для условий Донбасса 0,02 °С/м. Температура нейтрального слоя определялась из табл. 1 как среднегодовая, при этом глубина его залегания задавалась равной 10 м.

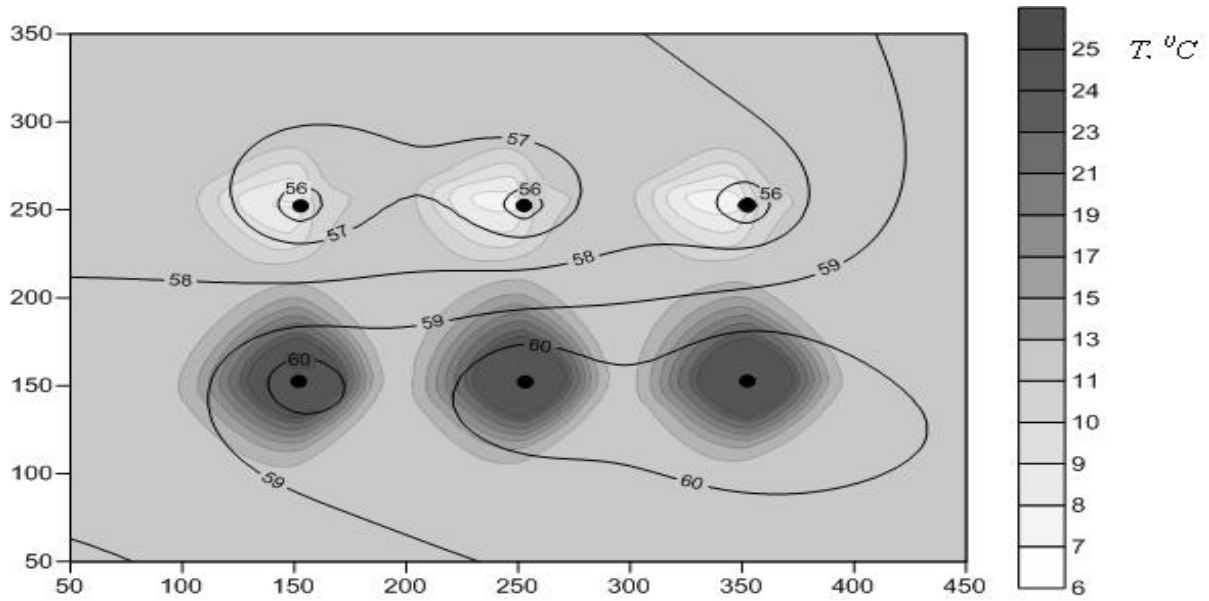
Результаты моделирования. На рис. 3 показана термогидродинамическая карта участка системы подземного аккумулирования тепловой энергии для двух периодов времени. Первый момент времени (670 сут) соответствует концу летнего периода и охлаждения зданий микрорайона на втором году работы системы. Следующий момент времени (883 сут) приходится на завершение отопления зданий в третьем году.

Анализ рис. 3 позволяет количественно оценить длительность формирования и размеры температурных зон в подземных водах в процессе закачки и отбора теплоносителя из водоносного пласта. Согласно расчетам, в данных горно-геологических условиях при расстоянии между "теплыми" и "холодными" скважинами более 100 м, к моментам завершения отопления и охлаждения зданий взаимодействие термальных ореолов в пласте происходить не будет. Сближение скважин приводит к слиянию их температурных фронтов, а следовательно к потерям тепловой энергии. Повышение и понижение уровня подземных вод в скважинах в среднем составляет три метра, и не превышает допустимых значений (кровли и половины мощности водоносного горизонта). Несимметричность температурных зон и уровней подземных вод на карте объясняется западным направлением естественного потока подземных вод в Левенцовкой структуре.

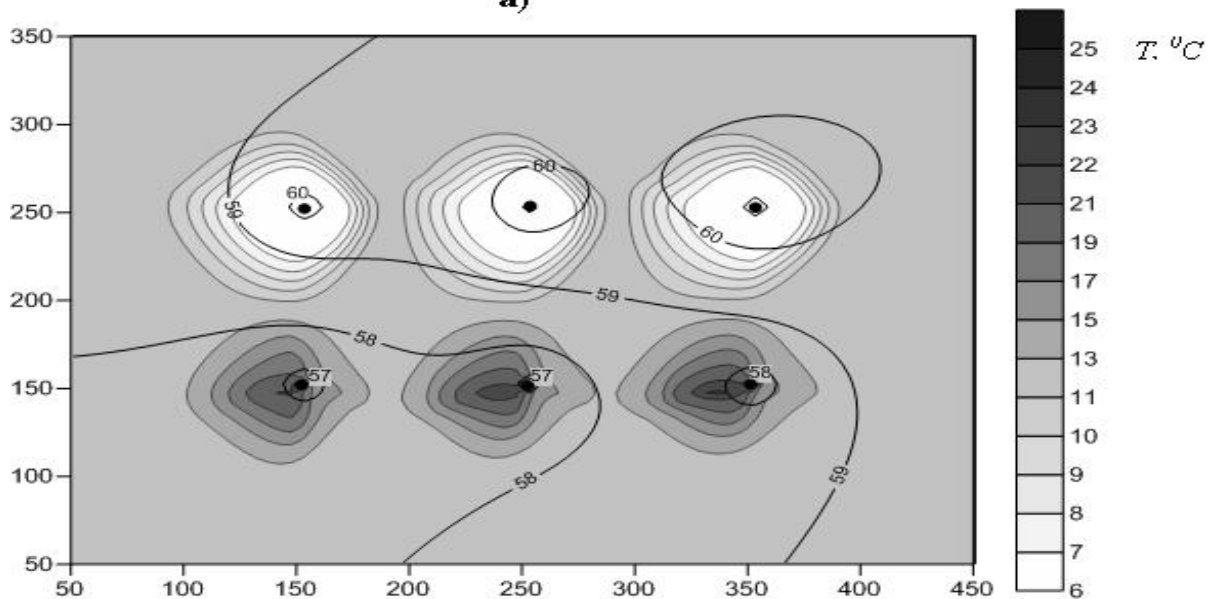
На рис. 4 отражено изменение температуры подземных вод в скважинах на протяжении всего периода эксплуатации системы. Теплопроизводительность скважин определялась из выражения [1]

$$Q_{скв} = c \cdot q_{скв} (t_{ност} - t_{отп}), \quad (7)$$

где $q_{скв}$ – дебит скважины; $t_{пост}$, $t_{отр}$ – температура поступающей и отработанной воды соответственно.



а)



б)

Рисунок 3 – Распределение уровня подземных вод (изолинии) и их температуры (оттенки серого цвета) на прямоугольном участке (размеры в плане даны в метрах) системы подземного аккумулирования тепловой энергии: а) – окончание периода охлаждения на втором году эксплуатации, $t = 670$ сут; б) – конец периода отопления в третьем году, $t = 883$ сут. Черными кругами показаны скважины

Анализ рис. 4 показывает, что температура теплоносителей в периоды простоя системы практически не изменяется, однако в период

отбора в "теплой" скважине она уменьшится на 20 %, и к его окончанию снижается до 21 °С. В "холодной" скважине вода нагревается менее интенсивно, к завершению отбора температура в ней поднимется до 9 °С. На основе полученных данных о температуре отбираемых теплоносителей выполнены расчеты тепло- и холодопроизводительности системы подземного аккумулирования тепловой энергии (рис. 5). Для сравнения, на диаграмме показано количество энергии необходимое для покрытия тепловых нагрузок возникающих в жилом микрорайоне в периоды отопления и охлаждения зданий.

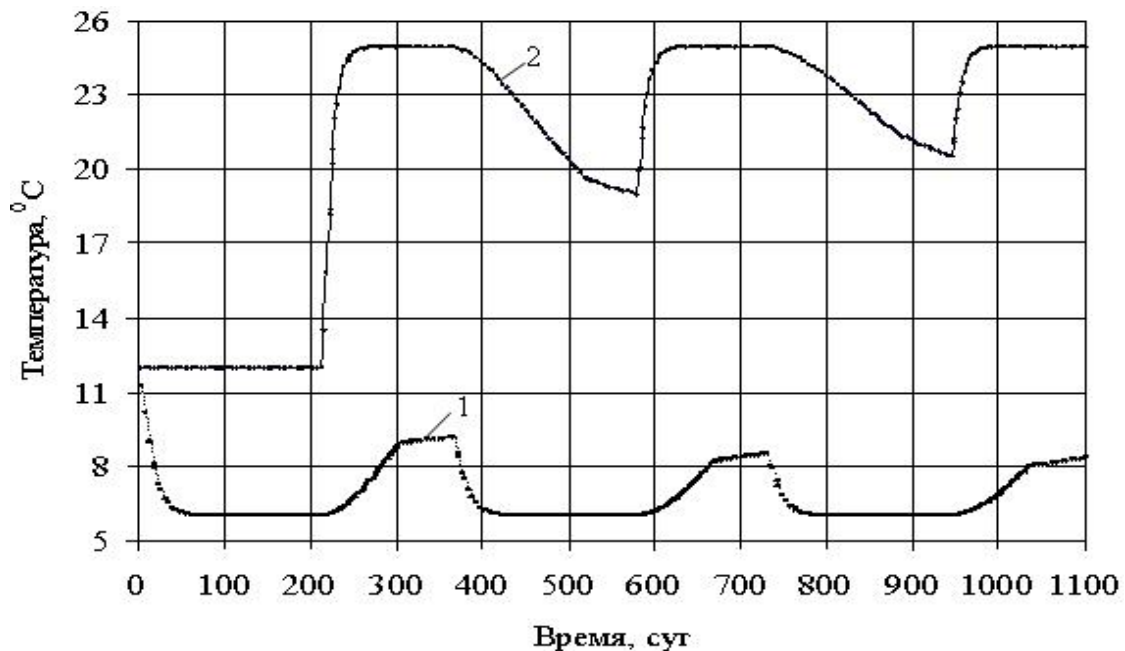


Рисунок 4 – Изменение температуры воды в скважинах системы подземного аккумулирования тепловой энергии:
1, 2 – соответственно изменение температуры вблизи "холодных" и "теплых" скважин

Соотношение параметров на рис. 5 показывает, что системы аккумулирования в первый отопительный период покрывают в среднем 18 % возникающих в микрорайоне тепловых нагрузок. На третий год работы системы, эта величина увеличивается до 20 %. При этом, температура добываемых теплоносителей не достигает нормативных требований (50-60 °С) предъявляемых для теплоснабжения зданий [1]. Это компенсируется их дополнительным нагревом в тепловых насосах или котельных, что сопряжено с дополнительным расходом энергии и углеводородных продуктов. Альтернативным источником подогрева используемых теплоносителей является разработка остаточного топливного ресурса. Для условий Левенцовской структу-

ры это можно осуществить повышением температуры аккумулируемых в пласте-коллекторе вод путем подземного сжигания залегающих в его подошве маломощных и некондиционных угольных пластов. Применение этой геотехнологии избавит от необходимости подготовки теплоносителей на поверхности, сократит воздействие на окружающую среду, хотя и требует дальнейшего обоснования путем моделирования газогидродинамических процессов в водоносных горизонтах на различных стадиях эксплуатации подземного теплогенератора.

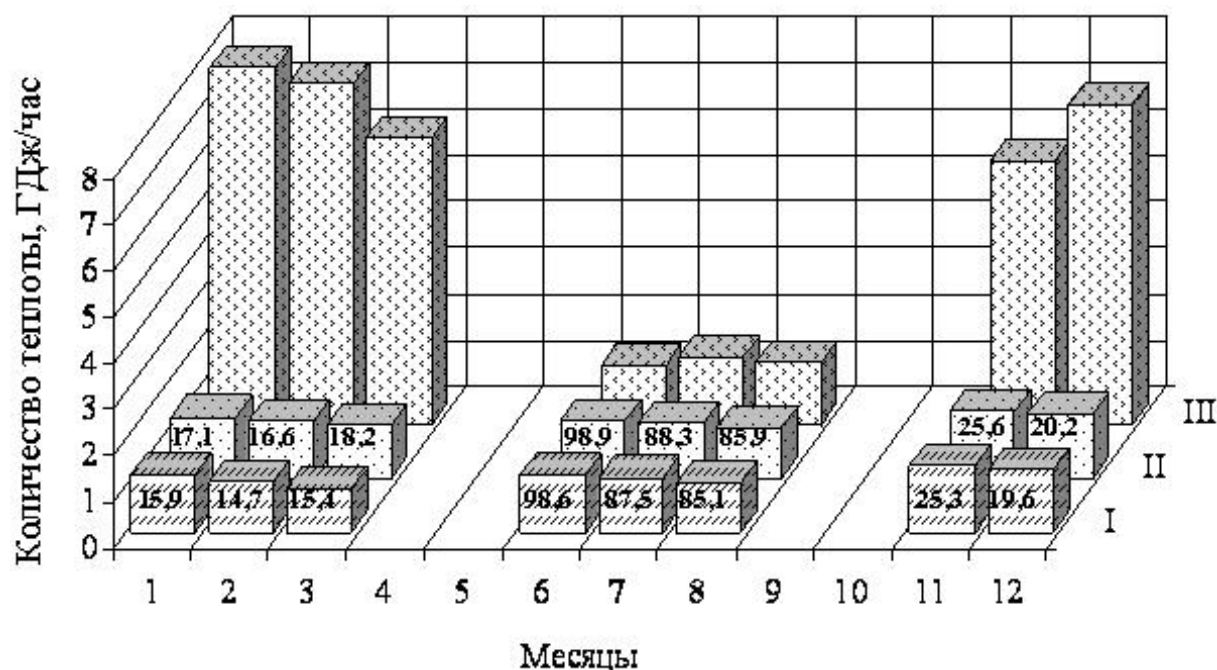


Рисунок 5 – Динамика производства и потребления тепловой энергии: I, II – теплопроизводительность системы подземного аккумулирования на втором и третьем году работы соответственно; III – теплотребление жилого микрорайона. Цифры – доля тепловой энергии от необходимой микрорайону, которую вырабатывает станция (в %)

В период охлаждения применение систем подземного аккумулирования совместно с оросительными форсуночными камерами покрывает более 90% возникающих в микрорайоне тепловых нагрузок, что позволяет производить кондиционирование зданий с минимальными затратами энергии.

Выводы. На основе анализа климатических условий Западного Донбасса определены тепловые нагрузки, возникающие при отоплении и охлаждении зданий жилого микрорайона в течение года. Для их минимизации обоснован метод подземного аккумулирования

тепловой энергии в водоносных коллекторах Левенцовской площади. Моделирование теплопереноса и фильтрации, при закачке и отборе теплоносителей позволило установить оптимальное расположение эксплуатационных скважин, исключая отрицательное взаимовлияние температурных ореолов и сокращающие теплопотери в трубопроводах.

Расчеты теплового баланса показали, что системы подземного аккумулирования в данных условиях позволяют покрывать 20 % затрат энергии, в отопительный период, и 90 % затрат – в охлаждающий. Повышение эффективности теплоснабжения зданий и дальнейшее развитие данной работы целесообразно путем разработки и обоснования технологии подземного сжигания угольных пластов для дополнительного нагрева теплоносителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аренс В.Ж. Физико-химическая геотехнология: Учеб. пособие / Аренс В.Ж. – М: Издательство Московского государственного горного университета, 2001. – 656 с.
2. Энциклопедия газовой промышленности. 4-е изд. Пер. с франц.: Ред. пер. К.С. Басниев. – М.: Акционерное общество «Твант», 1994. – 884 с.
3. Русланов Г.В. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование: Справочник / Г.В. Русланов, М.Я. Розкин, Э.Л. Ямпольский. – К.: Будівельник, 1983. – 272 с.
4. Тихомиров А.К. Горячее водоснабжение жилого микрорайона: [учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности "теплогазоснабжение и вентиляция"] / А.К. Тихомиров. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского государственного университета, 2006. – 109 с.
5. Габриель И. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома / И. Габриель, Х. Ладенер. – С.: "БХВ-Петербург", 2011. – 478 с.
6. Отчет о поисках и оценке коллекторов для захоронения минерализованных шахтных вод Западного Донбасса (Левенцовская и Северо-Орельская площади) / О.А. Горобец, С.З. Держак, Б.Б. Чемерис. – Павлоград: Павлоградская ГРЭ, ПГО "Донбассгеология", МУП УССР, 1985. – 219 с.
7. Рудаков Д.В. Моделирование теплопереноса в водоносном горизонте при аккумуляции и отборе тепловой энергии // Д.В. Рудаков, И.А. Садовенко, А.В. Инкин // Науковий вісник НГУ. – 2012. – № 1. – С. 25-29.

УДК 004.942

СРЕДНЕСТАТИСТИЧЕСКАЯ ХОРДА – ИНДИКАТОР ФОРМЫ ОВАЛЬНЫХ ФИГУР В ГОМОГЕННЫХ МОНОСЛОЙНЫХ ПОТОКАХ

Александр А. Аннов, специалист по контролю параметров зернисто/кусковых потоков
Штутгарт, Германия, e-mail: annov@gmx.de

Антон А. Аннов, специалист по информационным технологиям
Штутгарт, Германия, e-mail: annov@hotmail.com

Аннотация. В результате компьютерного моделирования установлено, что относительная величина среднестатистической хорды является индикатором формы эллипса. Определены графики функций среднестатистических хорд и эквивалентных диаметров в зависимости от коэффициента сжатия эллипсообразных проекций для горизонтальных и вертикальных монослойных неупорядоченных потоков подобных эллипсоидов вращения. С их помощью возможен контроль формы, размера и объема усредненных объектов таких идеализированных потоков.

Ключевые слова: поток эллипсоидов вращения, коэффициент сжатия эллипса, среднестатистическая хорда.

AVERAGE STATISTICAL CHODR - INDICATOR FORMS OF OVAL FIGURES IN MONOLAYER HOMOGENEOUS STREAMS

Aleksander Annov, control specialist parameters of grainy / lumpy streams
Stuttgart, Deutschland, e-mail: annov@gmx.de

Anton Annov, IT Specialist
Stuttgart, Deutschland, e-mail: annov@hotmail.com

Abstract. As a result of computer simulation established that the relative magnitude of average statistical chord is the indicator forms of the ellipse. Identified graphs of functions average statistical chords and the equivalent diameters depending on the compression ratio of ellipse-shaped projections for horizontal and vertical of monolayer disordered streams of the similar ellipsoids of rotation. With their help is possible to control the shape, size and volume the averaged objects such idealized streams.

Keywords: stream of the ellipsoids of rotation, compression ratio of the ellipse, the average statistical chord.

Введение. В ряде случаев при контроле технологических процессов необходимо распознавание формы и размера объектов, двигающихся в неупорядоченных горизонтальных, вертикальных или наклонных потоках. Примером таких потоков являются циркуляционные потоки в горнодо-

бывающей промышленности. В большинстве случаев объекты потоков имеют овальную форму, которые условно можно отнести к классу “Овалоидов” [1], а их проекции на транспортное устройство к “Овалам”. Характерным примером Овалоида является эллипсоид (вращения или 3-х осный), а Овала – эллипс. Частным случаем Овала является круг, Овалоида – сфера. Из известных методов и средств распознавания формы и размера объектов в потоке наиболее информативными является те, которые основаны на видеонаблюдении [2] и анализе большого массива полученной информации. Наиболее распространенными причинами, сдерживающими широкое использование таких методов, являются: недостаточно комфортные технологические условия (агрессивность среды, освещенность, запыленность) и недостаточно высокая культура производственного процесса. В качестве альтернативы, авторы проверяют возможность получения меньшей, но в ряде случаев достаточной информации, для осуществления автоматического контроля параметров технологических потоков более простыми и дешевыми средствами.

С этой целью, в процессе исследования, на первом этапе [3], были рассмотрены горизонтальные проекции удлинённых эллипсоидов вращения, неподвижно лежащих на горизонтальной плоскости, имитирующие горизонтальный поток однородных объектов в статическом состоянии. Далее кратко изложены методика и результаты моделирования средних хорд для проекций горизонтального однородного потока вытянутых эллипсоидов вращения. Данная работа является продолжением начатого исследования применительно к вертикальным однородным монослойным потокам эллипсоидов вращения.

Цель работы. Исследовать массив хорд, получаемый в результате статистического сканирования проекций (2D) объектов монослойного неупорядоченного потока подобных эллипсоидов (3D), с целью выявления параметров характеризующих форму и размер объектов в потоке.

Методика и результаты исследования.

Показатель формы эллипса. При равномерном сжатии круг преобразуется в эллипс. Степень сжатия [4⁵⁶] является показателем формы эллипса, которая характеризуется коэффициентом сжатия эллипса $k = b/a$, где (a) и (b) полуоси эллипса (Рис.1). Для круга ($k = 1$), при ($k = 0$) круг вырождается в прямую линию. Ось сжатия (x) называется большой осью эллипса, а диаметр, совпадающий с этой осью, называется большой главный диаметр ($d_x = 2a$) эллипса (Рис.1). Диаметр, совпадающий с осью (y), называется малым диаметром ($d_y = 2b$) эллипса.

С целью упрощения сравнения одноименных параметров, все параметры рассмотрены в относительных единицах, полученных путем деле-

ния параметра на большой главный диаметр (d_x) эллипса. Путем умножения относительных значений параметров (диаметра, хорды) на наибольшую из измеренных хорд ($h_{max} = d_x$), возвращается реальная величина параметра.

Моделирование квазибесконечного пошагово – вращающегося переменного множества параллельных хорд эллипса при поддержке программы *Excel*. Методика моделирования заключается в моделировании конечного множества ($Q\{h_{\beta i/x}\}, d_{\beta/x} \in Q$) параллельных относительных хорд ($h_{\beta i/x}$), включая равнонаправленный диаметр ($d_{\beta/x}$), с заданным относительным расстоянием (Δh_x) между хордами, и последующем пошаговом вращении множества на интервале вращения $\beta = [0; \pi]$.

С целью повышения точности результатов моделирования, шаг вращения ($\Delta\beta$) и, особенно заданный предельный относительный шаг ($\Delta\vec{h}_x$) между параллельными хордами, выбирается минимально возможными $\Delta h_x \rightarrow (\Delta\vec{h}_x \cong 0)$. Получаемое таким образом множество параллельных хорд является квазибесконечным.

Для корректности сравнения полученных результатов моделирования вращающегося переменного квазибесконечного множества $\tilde{Q}\{h_{\beta i/x}\}$ для эллипсов разной формы, порядок и исходные данные оставались неизменными за счет постоянства расстояния (шага смещения) между параллельными хордами ($\Delta\vec{h}_x$) и большого главного диаметра (d_x) эллипсов.

В случае сравнения эллипсов разной формы ($k_1 \neq k_2$) и размера ($d_{x1} = \delta d_{x2}$), требуется обеспечивать равенство шагов смещения в сравниваемых эллипсах ($\Delta\vec{h}_{x1} = \delta \Delta\vec{h}_{x2}$), за счет введения коэффициента (δ).

В процессе вращения множества $\tilde{Q}\{h_{\beta i/x}\}$ в конкретном эллипсе, суммарная длина хорд [3] является величиной постоянной, а их количество, ввиду постоянного расстояния между хордами, величиной переменной (\tilde{n}_β).

Все средние значения хорд и диаметров являются среднеарифметическими.

Для моделирования выбраны следующие параметры, обеспечивающие достоверность результатов при приемлемом объеме вычислительных операций:

$\beta = [0; \pi]$ – интервал угла вращения переменного множества $\tilde{Q}\{h_{\beta i/x}\}$ параллельных хорд, включая диаметр;

$\Delta\beta = \pi/36$ – шаг вращения множества $\tilde{Q}\{h_{\beta i/x}\}$;

$\Delta\vec{h}_a = 2\Delta\vec{h}_x = 0,001$ – шаг смещения очередной хорды относительно диаметра;

$i = [+1000; -1000]$ – интервал параллельного и зеркально - симметричного смещения на величину $(\Delta\vec{h}_a)$ очередной относительной хорды $(h_{\beta i/x})$ от равнонаправленного относительного диаметра $(d_{\beta/x})$ во множестве $\tilde{Q}\{h_{\beta i/x}\}$;

$k = [0; 1]$ – интервал коэффициента сжатия эллипса;

$\Delta k = 0,1$ – шаг коэффициента сжатия эллипса.

Расчет текущего значения относительного диаметра $(d_{\beta/x})$ эллипса, в зависимости от угла его поворота относительно оси абсцисс, производится согласно [3] по формуле

$$d_{\beta/x} = \frac{d_{\beta}}{d_x} = \frac{k}{\sqrt{k^2 \cos^2 \beta + \sin^2 \beta}} \quad (1)$$

На основе общеизвестного канонического уравнения эллипса и уравнения хорды, параллельной диаметру, получено уравнение относительной хорды $(h_{\beta i/x})$, которая параллельно, пошагово и зеркально - симметрично смещается (Рис. 1) относительно равнонаправленного диаметра $(d_{\beta/x})$ на заданную величину относительного смещения $(\Delta\vec{h}_a = 2\Delta\vec{h}_x)$

$$h_{\beta i/x} = \frac{h_{\beta i}}{d_x} = \frac{d_{\beta/x}}{k} \sqrt{k^2 - d_{\beta/x}^2 (i\Delta\vec{h}_a)^2} = \frac{d_{\beta/x}}{k} \sqrt{k^2 - d_{\beta/x}^2 (2i\Delta\vec{h}_x)^2}. \quad (2)$$

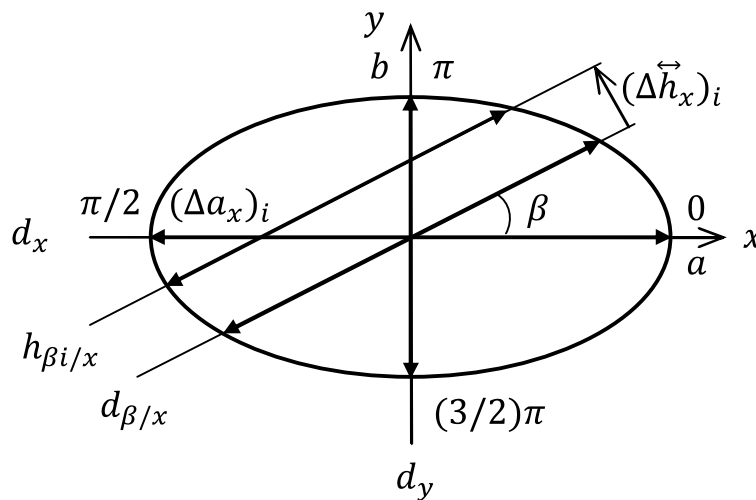


Рис. 1. Параллельное смещение очередной (i) относительной хорды $(h_{\beta i/x})$ от равнонаправленного относительного диаметра $(d_{\beta/x})$ на заданную величину предельного шага относительного смещения

$$(\Delta\vec{h}_x = \frac{\Delta\vec{h}}{d_x} = \frac{\Delta a}{d_x} \sin \beta).$$

В результате моделирования [3] получены, представленные на Рис. 3, степенные функции на замкнутом интервале $k_{\rightarrow} \in [1; 0]$, где символ (\rightarrow) указывает на то, что параметры относятся к горизонтальным проекциям.

При этом также установлено, что среднеарифметическое статистического массива относительных хорд ($\hat{H}_{k \rightarrow /x}$) эллипса, посредством коэффициента сжатия (k_{\rightarrow}), однозначно характеризует форму эллипса и является *индикатором* его формы.

Моделирование усредненной вертикальной проекции, свободно вращающегося эллипсоида вращения. Наиболее характерным случаем неупорядоченного потока подобных объектов является вертикальный малослойный разреженный поток, свободно истекающий из выпускного отверстия емкости. В таких потоках ориентация рассматриваемых объектов (вытянутых эллипсоидов вращения) равновозможная, имеет случайный характер. А форма их проекций на вертикальную плоскость имеет форму эллипса. Введем отличительные символы для горизонтальных и вертикальных потоков. Обозначим главные диаметры горизонтальной проекции неподвижного эллипсоида через ($d_x = d_{a \rightarrow}; d_y = d_{b \rightarrow}$), а главные диаметры вертикальной проекции, свободно вращающегося в вертикальной плоскости эллипсоида, посредством ($d_{a \downarrow}; d_{b \downarrow}$).

Тогда, интервал колебаний большого главного диаметра вертикальных проекций равен $d_{a \downarrow} = [d_{a \rightarrow}; d_{b \rightarrow}]$, а их малые главные диаметры остаются неизменными $d_{b \downarrow} = d_{b \rightarrow}$. То есть, проекция на вертикальную плоскость эллипса, вращающегося в вертикальной плоскости (Рис. 2) равномерно сжимается до круга вдоль большой главной оси.

Средняя форма проекций на вертикальную плоскость, вращающегося эллипса с коэффициентом сжатия (k), имеет форму усредненного эллипса, с величиной главных диаметров ($\bar{d}_{ak \downarrow}; \bar{d}_{bk \downarrow}$) или в относительных единицах ($\bar{d}_{ak \downarrow /x}; \bar{d}_{bk \downarrow /x}$).

Для экспериментального определения связи между формой и размером горизонтальной проекции эллипсоида вращения, характеризующейся коэффициентом сжатия (k_{\rightarrow}), и его усредненной проекции на вертикальную плоскость, характеризующейся (k_{\downarrow}), также использованы приемы математического моделирования.

Рассмотрим в неподвижной декартовой прямоугольной системе координат, вращение в вертикальной плоскости горизонтальной проекции эллипсоида (Рис. 2) с коэффициентом сжатия (k_{\rightarrow}). При вращении проекции на угол вращения (γ), формула (1) расчета, независимо вращающегося в эллипсе относительного диаметра, текущий угол вращения которого (β) имеет вид

$$d_{\beta k \rightarrow /x} = \frac{d_{\beta k}}{d_x} = \frac{k_{\rightarrow}}{\sqrt{k_{\rightarrow}^2 \cos^2(\beta) + \sin^2(\beta)}}.$$

Проекция ($d_{\beta k \downarrow / x}$) на ось ординат, вращающегося диаметра ($d_{\beta k \rightarrow / x}$), определяется из треугольника (Рис. 2)

$$d_{\beta k \downarrow / x} = d_{\beta k \rightarrow / x} \sin(\gamma + \beta). \quad (3)$$

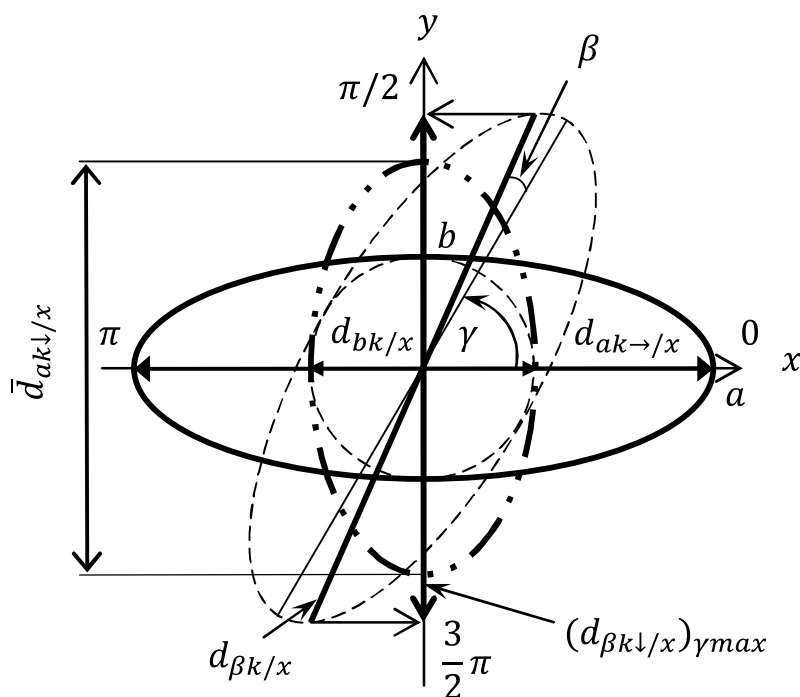


Рис. 2. Построение усредненной вертикальной проекции при пошаговом вращении в вертикальной плоскости на интервале $[0; \pi/2]$ горизонтальной проекции эллипсоида вращения, где:

a, b – полуоси горизонтальной проекции эллипсоида;

$d_{ak \rightarrow / x}, d_{bk \rightarrow / x} = d_{bk / x}$ – главные относительные диаметры горизонтальной проекции эллипсоида, коэффициент сжатия которой (k_{\rightarrow});

$d_{\beta k \rightarrow / x}$ – относительный диаметр, пошагово - вращающийся внутри проекции эллипсоида (независимо от ориентации проекции), при текущем угле вращения (β);

$(d_{\beta k \downarrow / x})_{\gamma max}$ – наибольшая из вертикальных проекций, вращающегося диаметра ($d_{\beta k \rightarrow / x}$), при текущем пошаговом угле поворота (γ) проекции относительно оси абсцисс, при этом на интервале пошагового вращения $\gamma = [0; \frac{\pi}{2}]$ образуется конечное множество значений $Q\{(d_{\beta k \downarrow / x})_{\gamma max}\}$;

$\bar{d}_{ak \downarrow / x}$ – большой главный относительный диаметр усредненной вертикальной проекции эллипсоида при его вращении в вертикальной плоскости, равный среднеарифметическому множества значений $Q\{(d_{\beta k \downarrow / x})_{\gamma max}\}$; $\bar{d}_{bk \downarrow / x} = d_{bk / x}$ – малый главный относительный диаметр усредненной вертикальной проекции эллипсоида.

С учетом (3) получена формула для моделирования проекции на ось ординат, пошагово - вращающегося относительного диаметра эллипса, с текущим углом вращения (β), при вращении эллипса относительно оси абсцисс на угол (γ)

$$d_{\beta k_{\downarrow}/x} = \frac{(k_{\rightarrow}) \sin(\gamma + \beta)}{\sqrt{k_{\rightarrow}^2 \cos^2(\beta) + \sin^2(\beta)}} \quad (4)$$

Очевидно, что при каждом пошаговом повороте эллипса, только при одном угле (β) вращения диаметра, его проекция на ось ординат имеет наибольшее значение $(d_{\beta k_{\downarrow}/x})_{\gamma max}$. При пошаговом увеличении угла вращения эллипса на интервале $\gamma = [0; \frac{\pi}{2}]$, с заданным шагом вращения $\Delta\gamma = \pi/36$, образуется конечное множество значений $Q\{(d_{\beta k_{\downarrow}/x})_{\gamma max}\}$.

Среднеарифметическое такого множества $\bar{Q}\{(d_{\beta k_{\downarrow}/x})_{\gamma max}\}$ является большим главным относительным диаметром $(\bar{d}_{ak_{\downarrow}/x})$, усредненной эллипсообразной проекции на ось ординат, вращающегося в вертикальной плоскости эллипса с коэффициентом сжатия (k_{\rightarrow}). Таким образом, коэффициент сжатия усредненной вертикальной эллипсообразной проекции равен

$$k_{\downarrow} = \frac{\bar{d}_{ak_{\downarrow}/x}}{\bar{d}_{bk_{\downarrow}/x}}$$

Программирование функции для моделирования в среде Excel. Согласно (3), программируемая функция проекции на ось ординат пошагово - вращающегося относительного диаметра эллипса, с текущим углом вращения (β), при вращении эллипса с коэффициентом сжатия (k_{\rightarrow}) относительно оси абсцисс на угол (γ) имеет вид

$$f_{\gamma} = \$A\$13 * \text{SIN}(\text{C\$2} + \$B4) / (\text{ROOT}(((\$A\$13 * \$A\$13) * (\text{COS}(\$B4) * \text{COS}(\$B4))) + (\text{SIN}(\$B4) * \text{SIN}(\$B4))))$$

Ячейка A13 соответствует текущему значению (k_{\rightarrow}), ячейки C2 и B4 соответствуют текущим углам вращения (β) и (γ).

Коэффициент сжатия усредненной проекции на ось ординат

$$k_{\downarrow} = k_{\rightarrow} / \bar{f}_{\gamma, max}$$

где: $f_{\gamma, max}$ – наибольшее значение проекций (f_{γ}) на интервале угла вращения диаметра $\beta = [0; \frac{\pi}{2}]$ для каждого угла вращения эллипса (γ);

$\bar{f}_{\gamma, max}$ – среднеарифметическое всех значений ($f_{\gamma, max}$) на интервале угла вращения эллипса $\gamma = [0; \frac{\pi}{2}]$.

Результаты моделирования. Определены коэффициенты (k_{\downarrow}) сжатия усредненной эллипсообразной проекции на вертикальную плоскость вертикального неупорядоченного потока вытянутых эллипсоидов вращения на замкнутом интервале $k_{\downarrow} \in [1; 0]$, представленные после интерполяции в виде функции $k_{\downarrow} = f(k_{\rightarrow})$ на Рис. 3.

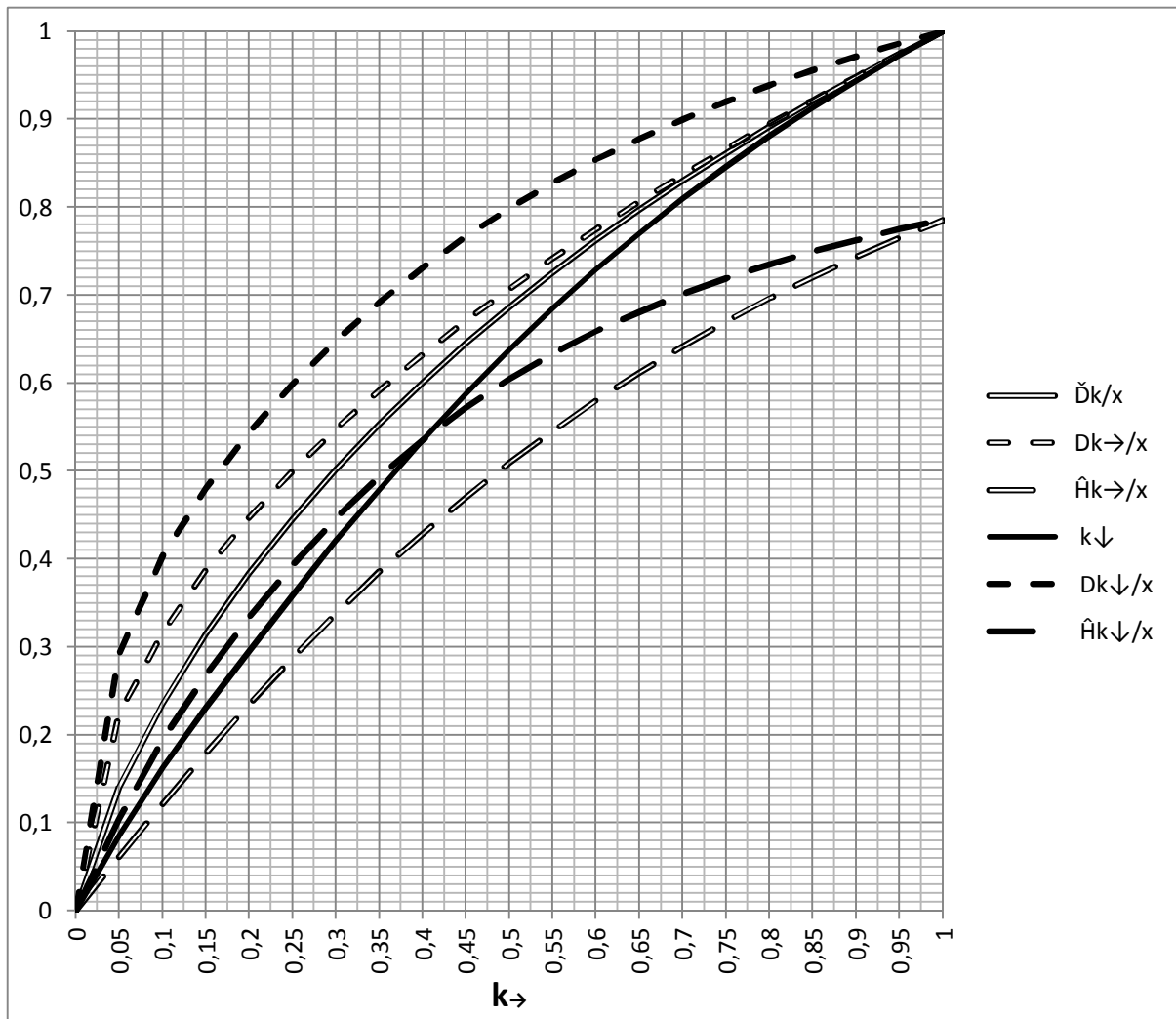


Рис. 3. Графики функций хорд и диаметров на полном интервале сжатия $k = [0; 1]$ эллипсообразных проекций для горизонтального (\rightarrow) и свободно падающего вертикального (\downarrow) монослойных потоков вытянутых эллипсоидов вращения, где:

$\check{D}_{k_{\rightarrow}/x} = f(k_{\rightarrow})$ – средний относительный диаметр эллипса;

$D_{k_{\rightarrow}/x} = f(k_{\rightarrow})$ – эквивалентный относительный диаметр эллипса, рассчитанный по формуле $D_{k_{\rightarrow}/x} = \frac{D_{k_{\rightarrow}}}{d_x} = \sqrt{4ab}/d_x = \sqrt{d_x d_y}/d_x = \sqrt{k_{\rightarrow}}$.

$\hat{H}_{k_{\rightarrow}/x} = f(k_{\rightarrow})$ – среднеарифметическое статистического массива относительных хорд эллипса;

$k_{\downarrow} = f(k_{\rightarrow})$ – коэффициент сжатия усредненной вертикальной эллипсообразной проекции на ось ординат;

$D_{k_{\downarrow}/x} = f(k_{\rightarrow})$ – эквивалентный относительный диаметр усредненной вертикальной эллипсообразной проекции на ось ординат, рассчитанный по формуле $D_{k_{\downarrow}/x} = \sqrt{k_{\downarrow}}$;

$\hat{H}_{k_{\downarrow}/x} = f(k_{\rightarrow})$ – средняя относительная хорда усредненной вертикальной эллипсообразной проекции на ось ординат.

Для определения значений средних хорд ($\hat{H}_{k\downarrow/x}$), при известном коэффициенте сжатия (k_{\downarrow}), использована, ранее полученная для эллипсов любой формы функция $\hat{H}_{k\rightarrow/x} = f(k_{\rightarrow})$.

Полученные результаты (Рис. 3) относятся к идеализированным потокам, в которых объекты потока находятся только или в горизонтальном положении или в неупорядоченном свободном падении с равновероятной ориентацией. Реальные потоки отличаются от рассмотренных. Например, при повышении плотности горизонтального потока, часть объектов из-за стесненности располагается наклонно к плоскости проекции. Наиболее сложно предсказывать закономерность статистического расположения объектов в наклонных потоках, в которых движение объектов потока состоит из двух составляющих: качения и скольжения.

Реально измеренная функция средних хорд $\hat{H}_{k\searrow/x} = f(k)$ для приведенных случаев, располагается в промежуточной зоне (Рис. 3) между функциями горизонтального и вертикального потоков, что выражается неравенством $\hat{H}_{k\rightarrow/x} \leq \hat{H}_{k\searrow/x} \leq \hat{H}_{k\downarrow/x}$. Величина относительного смещения измеренной функции внутри промежуточной зоны характеризует долю объектов потока, ориентация которых отличается от рассмотренной как идеальная. Например, при оптической сортировке, смещение измеренного значения горизонтального потока внутри промежуточной зоны на 20%, указывает на то, что около 30% объектов потока расположены наклонно, по причине нарушения их укладки или повышенной плотности потока. Точная оценка возможна только при известном значении усредненного коэффициента формы объектов потока, например, при контроле потока штампованных таблеток в форме овалоидов. Для его определения требуется поиск дополнительного параметра, путем анализа имеющегося массива хорд потока.

Пример: В результате статистического сканирования неупорядоченного вертикального однослойного потока подобных объектов в количестве 10^5 штук, имеющих форму вытянутого эллипсоида вращения, получен массив измеренных хорд, на основании которого определены исходные данные:

$$h_{max} = 20mm - \text{длина наибольшей хорды } (h_{max} = d_x);$$

$\hat{H}_{k\downarrow} = 13,62mm$ – среднеарифметическое статистического множества измеренных хорд.

$$\text{Относительное значение средней хорды } \hat{H}_{k\downarrow/x} = \frac{\hat{H}_{k\downarrow}}{h_{max}} = 0,681.$$

Полученному значению ($\hat{H}_{k\downarrow/x}$), согласно (Рис. 3), соответствуют: $k_{\downarrow} = 0,771$; $k_{\rightarrow} = 0,650$; $D_{k\downarrow/x} = 0,878$; $D_{k\rightarrow/x} = 0,806$.

Главные диаметры усредненного эллипсоида в потоке

$$d_{a\rightarrow} = h_{max} = 20\text{mm}; \quad d_{b\rightarrow} = d_{c\rightarrow} = 0,650 * 20 = 13\text{mm}.$$

Главные диаметры усредненной вертикальной проекции потока вытянутых эллипсоидов вращения

$$d_{b\downarrow} = d_{b\rightarrow} = 13\text{mm}; \quad d_{a\downarrow} = d_{b\downarrow}/k_{\downarrow} = 13/0,771 = 16,86\text{mm}.$$

Диаметр сферы, эквивалентной по объему, усредненному вытянутому эллипсоиду вращения в измеренном потоке

$$D_o = \sqrt[3]{d_{a\rightarrow}d_{b\rightarrow}d_{c\rightarrow}} = \sqrt[3]{20 * 13 * 13} = 15\text{mm}.$$

Объем усредненного объекта потока

$$V_{\theta} = \frac{\pi}{6} D_o^3 = \frac{\pi}{6} * 15^3 = 1767\text{mm}^3.$$

Выводы. Средняя относительная хорда эллипса (среднеарифметическое статистического массива относительных хорд $(\hat{H}_{k\rightarrow/x})$ эллипса) посредством коэффициента сжатия (k_{\rightarrow}) эллипса однозначно характеризует форму эллипса и является *индикатором* его формы. По ее величине, измеренной для проекций объектов идеализированных горизонтальных $(\hat{H}_{k\rightarrow/x})$ или вертикальных $(\hat{H}_{k\downarrow/x})$ потоков вытянутых эллипсоидов вращения, можно однозначно определять форму объектов потока и рассчитывать их главные диаметры и объем.

Нерешенные задачи. При более сложной задаче, когда объектами потока являются 3-х осные эллипсоиды, или, когда поток не является идеализированным, требуется поиск дополнительного параметра в измеренном массиве хорд, способствующего определению усредненной формы объектов потока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овал: Материал из Википедии: [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Овал>. (Дата обращения: 05.03.2014)
2. Stark, U. u. Mueller, A.: Effektive Methoden zur Messung der Korngrösse und Kornform. Aufbereitungs Technik 45 (2004) Nr. 6, S. 32/37
3. Annov, A., Annov, A.: Average chords and diameters of the ellipse. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014, 50 s.
4. М.Я. Выгодский. Справочник по высшей математике. М., 1998. – 846 с.

УДК 622.625-28-83-592.112

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

А. Н. Коптовец, доктор технических наук, профессор кафедры транспортных систем и технологий

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина

В.В. Яворская, инженер-программист, кафедра транспортных систем и технологий

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: yavorskaiav@nmu.org.ua

Аннотация. Рассмотрена научная задача адаптивного управления трибологической системой на стадии проектирования шахтного подвижного состава. На основании разработанных алгоритмов моделирования процессов нагружения тормоза проведены вычислительные эксперименты вместо натуральных. Сделаны выводы, что коэффициент трения тормоза обладает агрегатными свойствами. Определены условия для управления структурой и трибологическими свойствами тормоза.

Ключевые слова: механическая система с трением, динамическая модель, управление, нагружение, контакт, колебания, демпфирование.

ADAPTIVE CONTROL OF TRIBOLOGICAL SYSTEM

A. Koptovets, Doctor of technical Sciences, Professor, The Department of Transport Systems and Technologies

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

V. Yavorskaia, Programmer engineer, The Department of Transport Systems and Technologies

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: yavorskaiav@nmu.org.ua

Abstract. Scientific mission of tribological system adaptive control at the stage of mine carriage rolling stock was considered. Computational experiments instead of full-scale ones have been carried out basing upon developed algorithms for brake loading processes simulation. It is concluded that the brake frictional coefficient has aggregate properties. Factors to control both structure and tribological properties of brake are determined.

Keywords: mechanical system white friction, dynamical model, control, loading, contact, excursions, damping.

Введение. Отсутствие методик для динамических расчетов тормозных систем с контактным возбуждением фрикционных колебаний, разработка их на эмпирической основе сдерживает развитие, увеличивает сроки про-

ектирования и внедрения оборудования для управления движением. Это явилось результатом того, что при разработке конструкции не использованы действующие закономерности фрикционного взаимодействия в тормозе. Принята динамическая модель с жесткими звеньями, зависимость силы (коэффициента) трения от скорости движения.

Объектом управления является взаимодействие нормальных вынужденных колебаний и тангенциальных фрикционных высокочастотных колебаний в рабочем процессе амонтонового трения с регулированием упругих и диссипативных сил нагружения системы.

Цель работы – определить условия для управления структурой и трибологическими свойствами тормозов.

Результаты исследований. Для верификации разработанной методики моделирования процессов колебаний в тормозных механизмах проведена серия вычислительных экспериментов по решению ряда модельных задач.

При выполнении расчетов принимались следующие значения параметров математической модели:

- масса колодки – (2...7) кг;
- скорость основания – (0...5) м/с;
- коэффициент трения – (0,20...0,75);
- амплитуда шероховатости колодки – (0,50...150,00) мкм;
- амплитуда шероховатости колеса – (0,20...15,00) мкм;
- шаг шероховатости колодки – (0,40...5,00) мкм;
- шаг шероховатости колеса – (0,10...0,95) мкм;
- сдвиг фаз шероховатостей – (0...25)°;
- коэффициент жесткости шероховатостей (коэффициент контактной жесткости) – $(7...16) \cdot 10^9$ кН/м³;
- длина площадки контакта – (0,1...0,5) м;
- ширина площади контакта – (0,06...0,15) м;
- жесткость конструктивной связи-1 – $(3...25) \cdot 10^7$ Н/м;
- коэффициент вязкости конструктивной связи-1 – (1...100) кН·с/м;
- угол наклона конструктивной связи-1 – $(180 \pm 10)^\circ$;
- жесткость конструктивной связи-2 – $(0,01...10) 10^7$ Н/м;
- коэффициент вязкости конструктивной связи-2 – (1...100) кН·с/м;
- угол наклона конструктивной связи-2 – $(90 \pm 20)^\circ$;
- начальное усилие сжатия конструктивной связи-2 – (4...12) кН.

Характерным вариантом решений модульных задач являются результаты, которые представлены на рис. 1 – 14.

На рис. 1 приведены зависимости во времени компонент перемещений колодки тормозного механизма. Кривая 1 соответствует тангенциаль-

ным перемещениям, а кривая 2 – нормальным перемещениям. Здесь и далее по оси абсцисс отложен номер точки на временной оси. Произведение номера точки на шаг по времени определяет текущее время.

На рис. 2 приведены зависимости во времени компонент скорости колодки тормозного механизма. Кривая 1 соответствует скорости в тангенциальном направлении, а кривая 2 – скорости в направлении, нормальном к поверхности контакта.

На рис. 3 приведены зависимости во времени компонент ускорений колодки тормозного механизма. Кривая 1 соответствует ускорению в тангенциальном направлении, а кривая 2 – ускорению в направлении, нормальном к поверхности контакта.

На рис. 4 изображена фазовая диаграмма для тангенциальных перемещений, а на рис. 5 – фазовая диаграмма для нормальных перемещений.

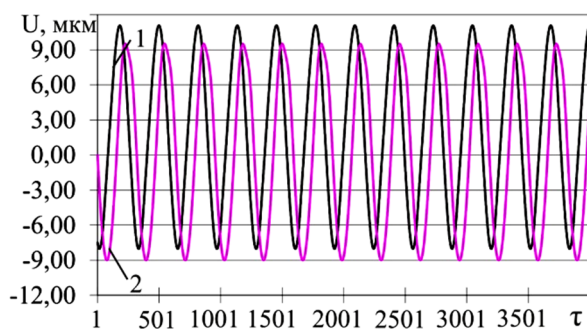


Рисунок 1 – Диаграммы перемещения колодки тормозного механизма

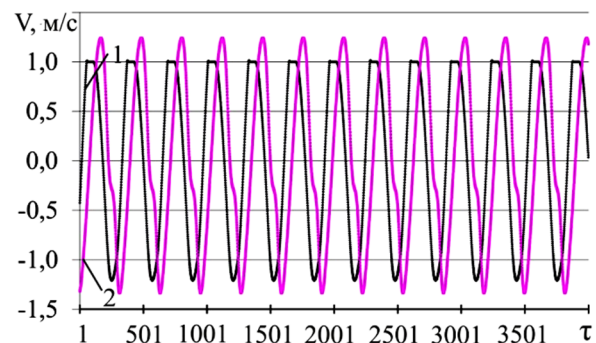


Рисунок 2 – Компоненты скорости перемещений колодки

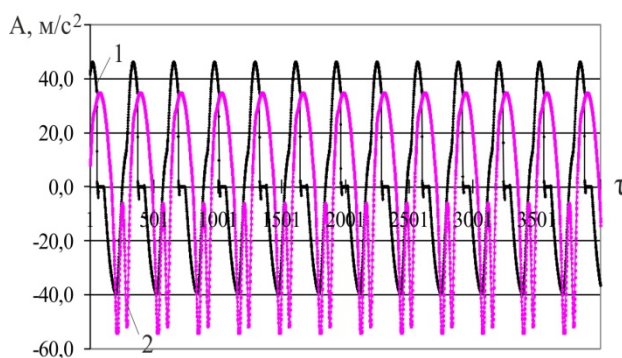


Рисунок 3 – Компоненты ускорения колодки тормозного механизма

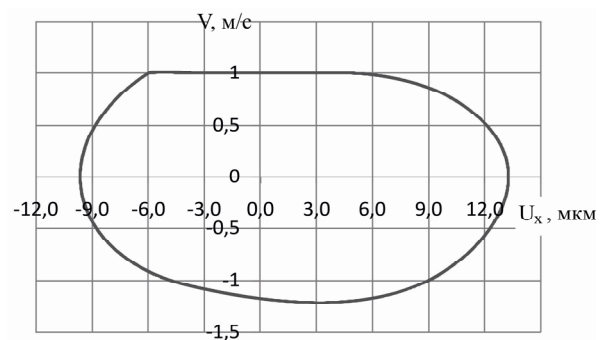


Рисунок 4 – Фазовая диаграмма тангенциальных перемещений и скоростей колодки

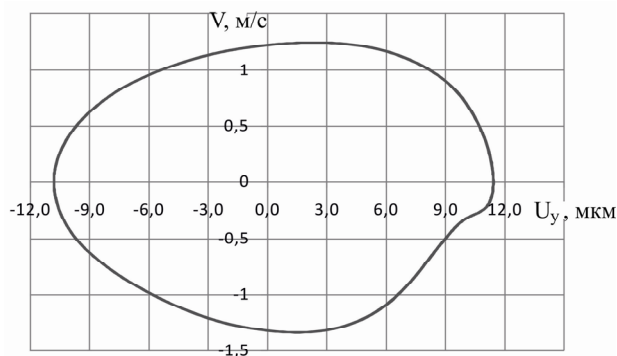


Рисунок 5 – Фазовая диаграмма нормальных перемещений и скоростей колодки

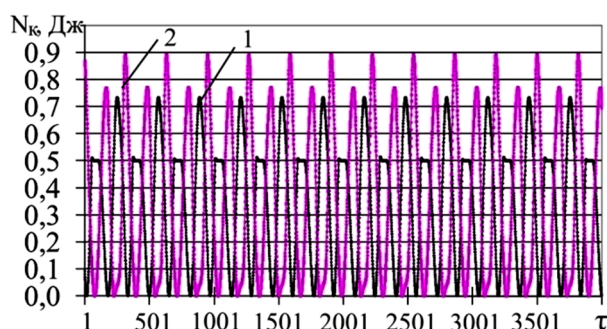


Рисунок 6 – Диаграмма кинетической энергии колодки тормозного механизма

На рис. 6 приведены зависимости во времени кинетической энергии колодки тормозного механизма, на рис. 7 – зависимости во времени потенциальной энергии упругой деформации двухсторонних связей, а на рис. 8 – зависимости во времени мощностей диссипативных сил в двухсторонних связях (1, 2 – номер связи).

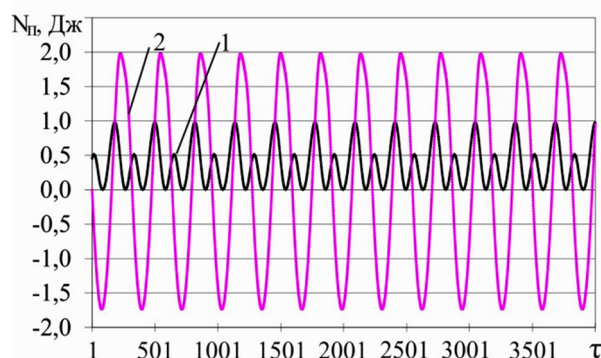


Рисунок 7 – Диаграмма потенциальной энергии двухсторонних связей

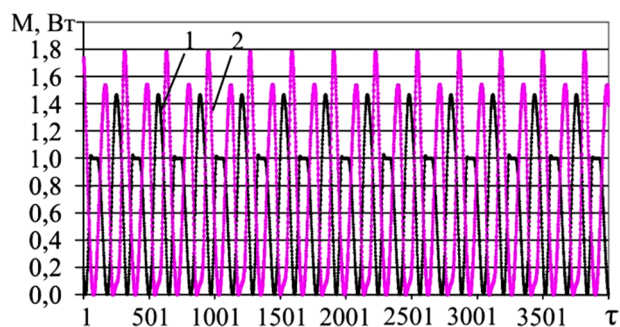


Рисунок 8 – Диаграмма мощности диссипативных сил двухсторонних связей

На рис. 9 изображены зависимости во времени кинетической, потенциальной и полной энергии колебаний колодки тормозного механизма, на рис. 10 – зависимости во времени сил контактного взаимодействия, возникающих в тормозном механизме.

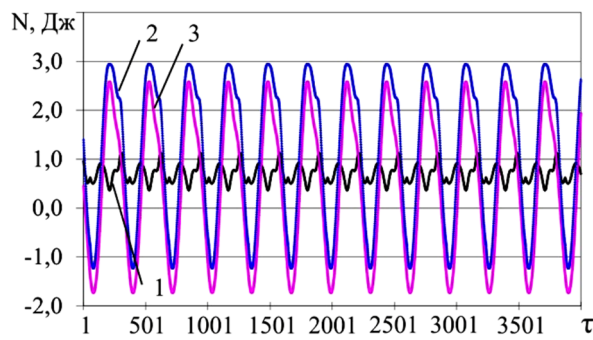


Рисунок 9 – Энергия колебаний колодки тормозного механизма

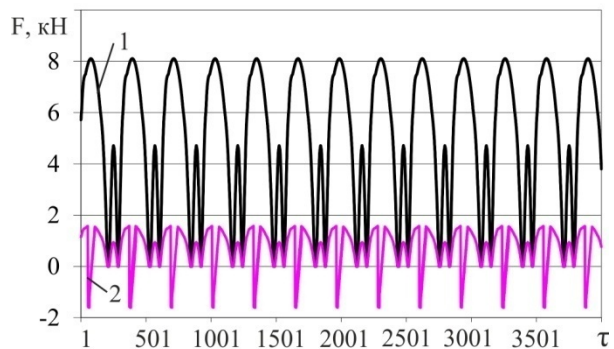


Рисунок 10 – Силы контактного взаимодействия

На рис. 11 рассмотрены графики автокорреляционных функций для компонент перемещений колодки тормозного механизма. По оси ординат отложены нормированные значения автокорреляционной функции, а по оси абсцисс – сдвиг по времени.

На рис. 12 рассмотрены спектры компонент перемещений колодки тормозного механизма, на рис. 13 – спектры компонент скорости колодки, а на рис. 14 – спектры компонент ускорений колодки. По оси абсцисс отложены номера гармоник колебаний, по оси ординат – амплитуды гармоник перемещений, скоростей и ускорений колодки соответственно.

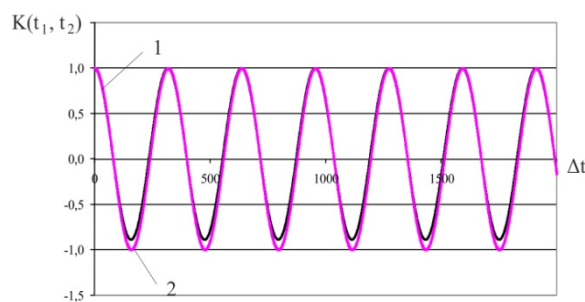


Рисунок 11 – Автокорреляционные функции перемещений колодки тормозного механизма

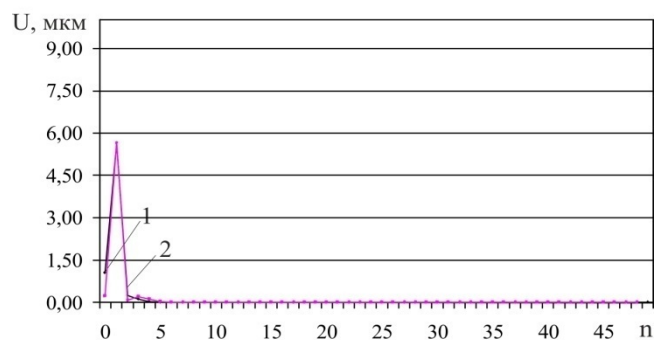


Рисунок 12 – Спектр перемещений колодки тормозного механизма

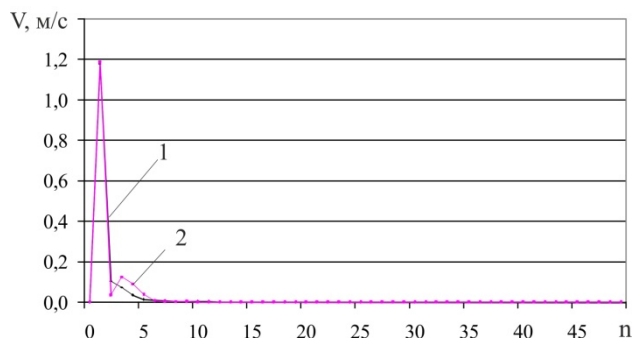


Рисунок 13 – Спектр скоростей перемещения колодки тормозного механизма

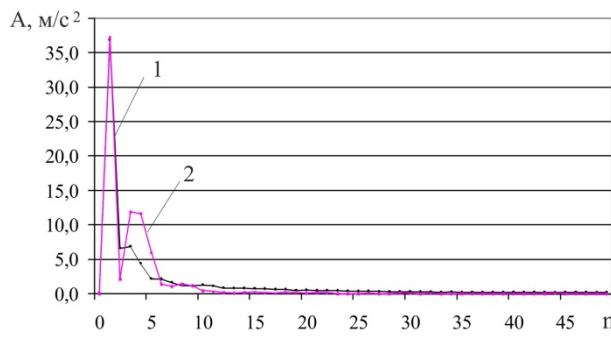


Рисунок 14 – Спектр ускорений колодки тормозного механизма

Выводы. Анализ полученных результатов вычислительного эксперимента позволяет сделать вывод, что для заданного набора параметров тормозного механизма реализуется установившийся режим релаксационных колебаний колодки. При этом скорость колебательных перемещений колодки в тангенциальном направлении (рис. 2) равна скорости поступательного движения колеса 1 м/с (рис. 4), ускорение колодки равно 0 (рис. 3). Колодка «прилипает» к поверхности катания колеса, сила трения тормоза равна 0. (рис. 10). В результате действующее значение коэффициента трения за период торможения снижается. Для того, чтобы исключить источник релаксационных автоколебаний в рабочем процессе тормоза необходимо уменьшить скорость перемещения колодки демпфированием колебаний в тангенциальном направлении за счет повышения коэффициентов демпфирования диссипативных сил или введения дополнительных диссипативных элементов в виде демпфирующих опор подвески тормозной колодки. Сила трения тормозной колодки также обладает демпфирующими свойствами, при этом она является источником энергии фрикционных колебаний, что исключает возможность гашения колебаний ее увеличением.

Источником колебаний в нормальном направлении является дискретность контактных поверхностей колодки и колеса. Для снижения амплитуды колебаний тормозного нажатия колодки необходимо уменьшить жесткость упругих элементов привода и передачи тормозного нажатия. Тормозная колодка в виде сосредоточенной массы как гаситель колебаний повышает демпфирующее действие сил внутреннего трения в материалах деталей тормоза, конструктивного демпфирования и сопротивления рабочей среды привода тормоза.

Таким образом, при нагружении тормоза наблюдается кинематическое возбуждение колебаний в нормальном направлении тормозного ме-

ханизма. За счет конструктивных связей колебания передаются в тангенциальном направлении. В этом направлении формируются также и фрикционные колебания в соответствии с амонтовым трением в рабочем процессе тормоза. В результате взаимодействия нормальных и тангенциальных колебаний возбуждаются фрикционные автоколебания. Наличие двух конструктивных связей тормозной колодки приводит к координатной взаимосвязи нормальных и тангенциальных колебаний. В зависимости от соотношения коэффициентов жесткости и демпфирования упругих и диссипативных сил связей, их углов наклона, статистических и динамических значений коэффициента трения возможно возникновение установившихся фрикционных автоколебаний. Уменьшение деформации контактной поверхности колодки приводит к соответствующему уменьшению фактической площадки контакта. Чем больше скорость движения, тем больше амплитуда колебаний. Увеличение амплитуды колебаний вследствие их асимметричности приводит к повышению среднего уровня колодки над колесом и уменьшению фактической площадки контакта, в результате этого сила трения уменьшается при увеличении скорости скольжения. Это один из факторов, объясняющих падающую кинетическую характеристику трения.

УДК 62

ПРОГРАММНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ

И.Б. Пьянков, Генеральный конструктор

Открытое акционерное общество «НТЦ «Комплексные модели», г. Москва, Россия, e-mail: ntccm@ntccm.ru

И.А. Колесников, Главный конструктор

Открытое акционерное общество «НТЦ «Комплексные модели», г. Москва, Россия, г. Москва, Россия, e-mail: ivan.a.kolesnikov@gmail.com

М.В. Николенко, Ведущий разработчик

Открытое акционерное общество «НТЦ «Комплексные модели», г. Москва, Россия, e-mail: mikhail.nikolenko@gmail.com

Аннотация. Рабочей группой проведены проектирование и разработка программного информационного комплекса поддержки концептуального проектирования объектов морской техники.

Ключевые слова: ПИК, программно-информационный комплекс, концептуальное проектирование, морская техника.

PROGRAM INFORMATION CENTER SUPPORT CONCEPT DESIGN OBJECTS MARINE ENGINEERING

I.B. Pyankov, General Designer

Open Joint Stock Company "STC "Integrated Models", Moscow, Russia, e-mail: ntccm@ntccm.ru

I.A. Kolesnikov, Chief Designer

Open Joint Stock Company "STC "Integrated Models", Moscow, Russia, e-mail: ivan.a.kolesnikov@gmail.com

M.V. Nikolenko, Lead Developer

Open Joint Stock Company "STC "Integrated Models", Moscow, Russia, e-mail: mi-khail.nikolenko@gmail.com

Abstract. Working Group held design and development of software-onnogo complex information support conceptual design objects of Marine nicknames.

Keywords: PIC, program-information complex, conceptual design, marine engineering.

Введение. С уверенностью можно утверждать, что в последние несколько лет отечественная судостроительная индустрия сокращает технологическое отставание в области информационных технологий от ведущих западных стран. Причиной происходящих изменений, главным образом, является курс на инновационное развитие, продекларированный на самом высоком государственном уровне. Также большую роль сыграло внедрение программных информационных комплексов на базе технологий PDM, PLM, CALS, CAD.

Во многих крупных конструкторских бюро традиционно используются программные продукты ведущих западных компаний. Основной проблемой, возникающей при внедрении этих программных продуктов, является различие бизнес-процессов, заложенных в программном обеспечении, и бизнес-процесса, применяемого на предприятии. В основном это различие обусловлено в принципиальных различиях отечественных и западных руководящих нормативных документов. Оптимальным решением данной проблемы является внедрение интегрированной информационной системы, целиком обеспечивающей сложившуюся практику проектирования в едином информационном пространстве предприятия.

Цель работы. Рабочей группой ОАО «НТЦ «Комплексные модели» совместно с сотрудниками ОАО «ЦКБ «Рубин» была поставлена цель спроектировать и разработать программный информационный комплекс поддержки концептуального проектирования объектов морской техники (ПИК

«Виртуальный ТСО МТ»). Объектом исследования являются структура и технология применения средств автоматизации процесса концептуального проектирования объектов морской техники.

Материал исследования и результаты. Нами были рассмотрены применяемые в настоящее время концептуальные подходы к построению систем автоматизированного проектирования, действующие в этой области стандарты и используемые программные платформы.

В процессе работы нами была построена функциональная модель, отражающая способы автоматизации основных бизнес-функций и бизнес-операций процесса концептуального проектирования технически сложных объектов морской техники. Также был разработан стенд для отработки применения технологии ПИК «Виртуальный ТСО МТ». Основными конструктивными особенностями предлагаемого решения являются:

- интеграция средств автоматизации, соответствующих функциям процесса концептуального проектирования объектов морской техники и включение этих средств в процесс проектирования;
- повышение качества концептуального проекта осуществляется за счет имитационного моделирования поведения одного или нескольких ТСО;
- разработка механизмов планирования и анализа вычислительных экспериментов (функционального, логического и имитационного моделирования), проводимых в ходе концептуального проектирования
- включение в процесс концептуального проектирования технологической, планово-проектной и экономической моделей.

Реализация бизнес-функций проектирования ТСО определяется их декомпозицией на сценарии. Сценарий функции бизнес-процесса – это модель ее реализации, представляющая логическую композицию соответствующих операций проектирования ТСО с учетом их автоматизированной поддержки. Сценарий описывается диаграммами деятельности (в терминологии UML), представляющими, с одной стороны, композицию операций проектирования, выполняемых Конструктором, а, с другой стороны, набор сервисов Системы, поддерживающих выполнение соответствующих операций Пользователем. При этом каждой бизнес-операции соответствует ровно один системный сервис, но один и тот же системный сервис может поддерживать несколько операций проектирования

Программный информационный комплекс "Виртуальный ТСО МТ" (ПИК "ВТСО МТ", Комплекс) предназначен для применения в научно-исследовательских и проектных организациях в качестве средства для концептуального проектирования объектов морской техники.

Программа обеспечивает решение следующих задач:

1. Обеспечение функционирования интегрированной информационной среды;
2. Управление техническими требованиями;
3. Управление библиотекой и каталогом оборудования и его функциональных имитационных моделей;
4. Управление информационной моделью ТСО МТ;
5. Управление базой знаний (нормы, правила проектирования, архив проектов);
6. Управление каталогом нормативно-справочной информации;
7. Управление данными, документами и доступом;
8. Поддержка концептуального (исследовательского) проектирования ТСО МТ, включая создание логической, функциональной и компоновочной моделей ТСО МТ;
9. Определение характеристик проектируемого ТСО МТ на базе комплексной имитационной математической модели объекта, интегрированной с проектной моделью ТСО МТ;
10. Определение характеристик строительства ТСО МТ;
11. Определение экономических характеристик ТСО МТ;
12. Многоаспектный анализ ТСО МТ на основе сравнения результатов конструкционного, функционального имитационного, планово-проектного и экономического моделирования с исходными техническими требованиями.

Выводы. Предлагаемая программа обеспечивает сокращение, а в дальнейшем замену бумажной технологии компьютерной информационной технологией поддержки концептуального проектирования ТСО МТ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

УДК 622

САПР КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КРЕПИ

С.В. Розов, ассистент кафедры основ конструирования механизмов и машин
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск, Украина

Аннотация. В работе представлена методика анализа металлических арочных крепей, позволяющая исследовать компьютерную трехмерную модель крепи при различных видах и величинах нагрузок.

Ключевые слова: Компас 3D, САПР, металлическая крепь.

CAD SYSTEMS AS A METHOD OF RESEARCH OF MECHANICAL PROPERTIES METAL ROOF SUPPORT

S.V. Rozov, Assistant, Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. The paper presents a methodology for the analysis of metal roof support that allows with use of computer explore the three-dimensional model to be fixed for different types and magnitudes of loads.

Keywords: Kompas 3D, CAD systems, metal roof support.

Введение. При строительстве и эксплуатации угольных шахт работы по креплению горных выработок отличаются трудоемкостью и требуют значительных материальных затрат. Стоимость крепей и затраты на их возведение при сооружении горных выработок составляют до 60 % от общей стоимости. По данным производственных объединений годовой объем ремонта и перекрепления капитальных и подготовительных выработок составляет до 35 % от общей их протяженности, а доля затрат на крепление и поддержание горных выработок составляет до 15 % в общей себестоимости добычи угля. Поэтому обеспечение устойчивости горных выработок с минимальными затратами является актуальной проблемой угольной промышленности Украины.

Основным видом крепи горизонтальных и наклонных выработок угольных шахт является металлическая крепь. Наиболее распространенными как на Украине, так и за рубежом (Германия, Польша, Россия и др.) являются металлические крепи арочной конфигурации. Удельный вес выработок угольных шахт, закрепленных металлическими крепями, ежегодно увеличивается, масса применяемого для изготовления крепи специального профиля возрастает. В связи с увеличением глубины заложения горных выработок и ухудшением условий их поддержания увеличивается объем применения тяжелых спецпрофилей. Одновременно ухудшение условий поддержания горных выработок приводит к значительным объемам ремонтных работ.

Приведенные доводы свидетельствуют об остроте проблемы повышения устойчивости горных выработок и необходимости ее решения.

Материал и результаты исследований. Расчет системы «крепь – массив» относится к весьма сложным задачам горной геомеханики. На практике расчёты крепи горных выработок производятся, в основном, методами сопротивления материалов по схемам, которые присущи строительным

конструкциям. Принципиальных отличий расчётов горной крепи от строительных конструкций несколько:

- горная крепь всегда взаимодействует с массивом горных пород: крепь воспринимает нагружение со стороны массива и, деформируясь, передаёт часть усилий на окружающие породы массива, создавая «пассивный» отпор пород;

- нагружение крепи происходит двояким образом: путём силового и деформационного взаимодействия, которые взаимосвязаны с деформационными параметрами конструкции, причём, чем более податлива крепь, тем меньше на неё формируется нагрузка;

- распределение нагрузки по периметру крепи отличается высокой неравномерностью, которая обусловлена многими случайными факторами;

- крепь только на начальной стадии своей работы с массивом ведёт себя как упругая конструкция, а при дальнейшем нагружении переходит в запредельную стадию взаимодействия с массивом;

- при появлении разрушенных участков, распорные конструкции крепи в процессе нагружения меняют свою расчётную схему.

Эти и целый ряд других особенностей работы крепи с массивом чрезвычайно усложняют расчёты конструкции и заставляют практиков использовать во многом упрощённые методы и оценки при обосновании параметров крепи.

Расчётные схемы взаимодействия крепи с окружающими выработку породами, как правило, далеки от правильного воспроизведения реальных условий эксплуатации крепи. В инженерной практике для учета всех факторов, которые не удастся ввести в расчётную схему, используют различные коэффициенты, полученные, как правило, эмпирическим путем на основе обобщения натуральных наблюдений или данных лабораторных испытаний. Однако использование эмпирических коэффициентов ограничивается теми конкретными условиями, в которых проводились наблюдения и эксперимент. Такой подход чреват эффектом «накопления ошибок»: проектировщик выбирает значение нужных ему коэффициентов из некоторого диапазона, не имея достаточного основания для выбора именно этих значений.

Таким образом, процесс проектирования и расчёта крепи представляет собой довольно сложную и длительную процедуру выполнения громоздких операций, которые зачастую носят довольно условный характер. Это нередко приводит к появлению серьезных ошибок, которые заканчиваются разрушением горных выработок и приводят к травматизму обслуживающего персонала. Вот почему так важно обеспечить проектировщи-

кам и техническим работникам горных предприятий возможность более надёжно и обосновано определять параметры крепи.

Один из самых перспективных путей достижения поставленной цели - применение вычислительной техники и современных программных комплексов. Мы отдали предпочтение программному комплексу автоматизированных систем «Компас 3D». В этом программном продукте нами была построена трехмерная модель металлической арочной крепи АП-27, которая легко представляема и наглядна. В дальнейшем объект исследования был подвергнут изучению при помощи системы прочностного анализа АРМ FEM. Для этого построенная трехмерная модель металлической арочной крепи была подготовлена для расчета, а именно: были указаны закрепления, заданы совпадающие поверхности и указаны плоскости, на которые оказывается давление горной породы. Последней операцией, выполняемой перед расчетом, является генерация конечно-элементной (КЭ) сетки, т.е. разбивка деталей на конечные элементы. Следует отметить, что от качества КЭ сетки, сгенерированной на детали или сборочной единице, зависит достоверность получаемых результатов прочностного расчета. После указания всех факторов, влияющих на металлическую арочную крепь, нами был произведен статический расчет. Одновременно были определены слабые места в крепи при превышении допустимых показаний нагрузки.

На рис.1 приведено визуальное сравнение исходной модели металлической арочной крепи АП-27 с той же крепью в результате ее нагружения.



Рис. 1. Деформация крепи АП-27 под прилагаемым давлением

Сравнение результатов нагружения компьютерной модели металлической арочной податливой крепи АП-27 и ее справочных данных приведено в табл. 1.

Таблица 1 Результаты испытаний и справочные данные

Сечение в свету, м ²	Номер спецпрофиля	Несущая способность, справочн./испытан., Р., кН	Податливость, справочн./испытан., U, мм
16	27	290/275	300/225

Разрушение (отказы) элементов крепи при испытаниях происходило, в основном, в нижней части стоек. При увеличении нагрузок происходило разрушение целостности замков.

По результатам исследований, проведенных в системе «Компас 3D», построен график зависимости несущей способности металлической арочной крепи АП-27 от площади поперечного сечения выработки (Рис.2.).

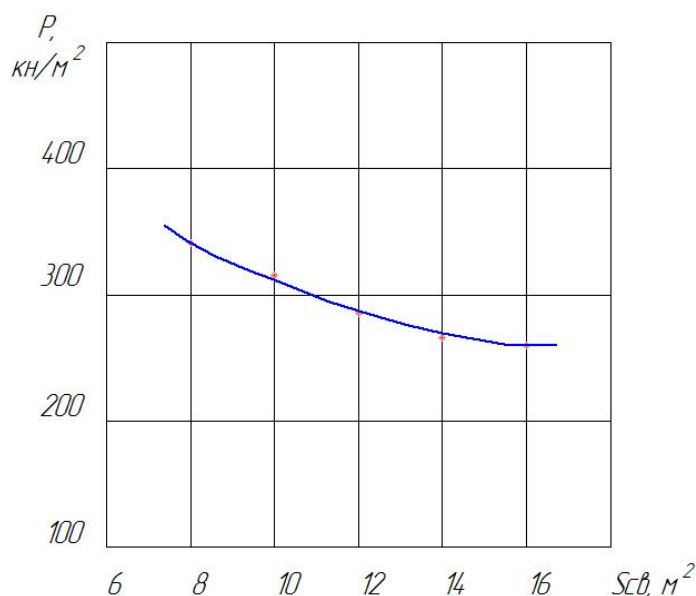


Рис.2. График зависимости несущей способности металлической арочной крепи АП-27 от площади поперечного сечения выработки

Вывод. Таким образом, программный комплекс автоматизированных систем «Компас 3D» позволяет:

- существенно снизить объемы проектных работ по определению параметров крепи;
- установить закономерности деформирования и изменения несущей способности различных комбинаций крепей на базе наиболее широко применяемых в настоящее время конструкций;
- повышает обоснованность технических решений по выбору крепи;
- дает возможность учесть в прогнозе работы крепи особенности конкретных выемочных участков;

- дает визуальную наглядность процессов, происходящих в крепи.

ЛИТЕРАТУРА

1. И.В. Бакланов, Б.А. Картозия, А.Н. Шашенко, В.Н. Борисов; Геомеханика. Том 2. Геомеханические процессы. Издательство МГГУ, 2004.
2. Г.Г. Литвинский, Э.В. Фесенко, Е.В. Емец; Расчет крепи горных выработок на ЭВМ: Уч. пособ., Алчевск: ДонГТУ, 2011. – 174 с.
3. Литвинский Г.Г., Гайко Г.И., Кулдыркаев Н.И. Стальные рамные крепи горных выработок. Издательство: Техника, 1999.
4. Геомеханические аспекты разработки механизированных крепей. Новосибирск, 1988.
5. Булычев Н.С., Фотиева Н.Н., Стрельцов Е.В. Проектирование и расчет крепи капитальных выработок. М.: Недра, 1986. – 288 с.

УДК 624.074.4:681.3:539.4

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ К ИДЕНТИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОРРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Г.В. Филатов, доктор технических наук, профессор кафедры материаловедения Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: filatovgv@mail.ru

Аннотация. Исследуются вопросы идентификации математических моделей коррозионного разрушения конструкций по экспериментальным данным с применением методов нелинейного программирования. Предлагается теорема о принадлежности оптимальной точки границе области допустимых решений и методика идентификации методом случайного поиска.

Ключевые слова: математическое моделирование, идентификация, коррозионное разрушение, нелинейное программирование.

ABOUT APPLICATION OF METHODS OF NONLINEAR PROGRAMMING TO IDENTIFICATION OF MATHEMATICAL MODELS OF CORROSION DESTRUCTION OF CONSTRUCTIONS

G. Filatov, Doctor of technical Sciences, Professor of material authority Department State Higher Educational institute “Ukrainian state chemical-technological university”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: filatovgv@mail.ru

Abstract. The problem of identification of mathematical models of corrosive destruction of constructions are probed from experimental data with the use of methods of the nonlinear programming. A theorem is offered about belonging of optimum point to the bor-

der of area of the assumed decisions and method of identification the method of random search.

Keywords: mathematical design, identification, corrosive destruction, nonlinear programming.

Введение. Современные методы расчета и проектирования химического и нефтехимического оборудования предполагают применения математических моделей коррозионного разрушения, позволяющих отработать различные варианты воздействия на конструкцию агрессивной среды, температуры, различных комбинаций нагрузок, изменение свойств материала и т.д. Применяемые в вычислительной практике аналитические методы поиска экстремума оптимизируемой функции, например, метод наименьших квадратов, определяет экстремальные величины управляющих переменных безотносительно к размерам области допускаемых параметров. В том же случае, если область допускаемых параметров имеет ограничения, поиск экстремальных управляющих параметров существенно усложняется.

Цель работы. Существующие математические модели коррозионного разрушения конструкций, взаимодействующих с агрессивной средой, как правило, включают в себя набор эмпирических коэффициентов, значения которых определяются с использованием экспериментальных данных. На область существования этих коэффициентов обычно накладываются ограничения: физические, геометрические и т.п. Не исключено, что экстремальные значения коэффициентов принадлежат границе области допускаемых решений. Исследуем этот вопрос подробно на примере оптимального проектирования некоторой конструкции. Рассмотрим следующую теорему: *При оптимальном проектировании конструкций экстремальное значение целевой функции принадлежит одной или нескольким поверхностям ограничений области допускаемых параметров.*

При доказательстве теоремы сошлемся на рукопись работы Н.А. Алфутова и П.А. Зиновьева "Некоторые особенности задач нелинейного программирования по проектированию конструкций минимального веса", обобщивших частные решения, приведенные в работах [1], [2].

Сформулируем задачу математического программирования [6, 7]:
минимизировать функцию:

$$F(X) = F(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

при ограничениях

$$g_j(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq, =, \geq b_j \quad (2)$$

где: $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ - вектор оптимизируемых параметров конструкции. Задача (1)-(2) является задачей нелинейного программирования, если хотя бы одна из функций $F(X)$, $g(X)$ является нелинейной.

Представим оптимизируемую конструкцию в виде набора дискретных элементов и обозначим линейные размеры дискретных элементов, принятых в качестве независимых переменных в задаче нелинейного программирования, через x_{ik} , где индекс i означает номер элемента, а k – индекс линейного размера в списке размеров, характеризующих элемент i .

Целевая функция, выражающая вес или объем материала конструкции, состоящей из дискретных элементов, в этом случае принимает следующий вид:

$$F(X) = \sum_i \prod_k c_i x_{ik}, (i = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, 3) \quad (3)$$

Здесь: c_i – постоянные коэффициенты.

$$x_{ik} \geq 0 \quad (4)$$

Ограничения (4) имеют геометрический смысл и сводят задачу математического программирования к поиску экстремума функции (1), удовлетворяющего ограничениям (2), в неотрицательном октанте пространства E^n ($n = i \times k$).

Рассмотрим задачу нелинейного математического программирования с ограничениями типа неравенств:

$$g_j(x) \geq b_j, (j = 1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

$$x_{ik} \geq 0 \quad (6)$$

и исследуем функцию (3) на экстремум. Для этой цели используем обобщение классического метода множителей Лагранжа на случай, когда ограничения заданы неравенствами. Преобразуем ограничения (5) в равенства. Для этого введем в выражения (5) вспомогательные переменные z_j . Получим:

$$g_j(x) - b_j - z_j^2 = 0; (j = 1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

В результате условия (5) стали равносильны неравенствам:

$$z_j^2 \geq 0; (j = 1, 2, \dots, m) \quad (8)$$

Задача сводится к определению глобального минимума функции $F(X)$ в неотрицательном октанте E^{n+m} . Составим функцию Лагранжа:

$$\Phi(x, z, \lambda) = F(X) + \sum_{j=1}^m \lambda_j (g_j - b_j - z_j^2) \quad (9)$$

где λ_j – неопределенные множители Лагранжа. Приравнявая частные производные от $\Phi(x, z, \lambda)$ по всем переменным, получим следующие уравнения:

$$\frac{\partial \Phi(x, z, \lambda)}{\partial x_{ik}} = c_i x_{i,k-1} x_{i,k+1} + \sum_{j=1}^m \lambda_j \frac{\partial g_j(x)}{\partial x_{ik}} = 0 \quad (10)$$

где: $k = 1, 2, 3$; $k-1 = 1, 2$ при $k = 2, 3$; $k-1 = 3$ при $k = 1$; $k+1 = 2, 3$ при $k = 1, 2$; $k+1 = 1$ при $k = 3$

$$\frac{\partial \Phi(x, z, \lambda)}{\partial z_j} = -2\lambda_j z_j = 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial \Phi(x, z, \lambda)}{\partial \lambda_j} = g_j(x) - b_j - z_j^2 = 0 \quad (12)$$

Условия (10) – (12) выполняются в двух случаях. В первом из них все $z_j \neq 0, \lambda_j = 0$, что означает выполнение всех ограничений (7) как равенств. Этот случай соответствует поиску минимума функции $F(X)$ внутри неотрицательного октанта пространства E^m , при этом ограничения типа равенств не рассматриваются, так как система уравнений (9) при $\lambda_j = 0$ имеет бесконечное множество решений, принадлежащих неотрицательным участкам осей координат пространства E^n , которые в общем случае не удовлетворяют ограничениям (5), (12). Во втором случае системы уравнений (10) – (12) имеют решение в случае, если хотя бы часть z_j будет равна нулю. В этом случае соответствующие ограничения (5) выполняются со знаком равенства. *В геометрическом смысле высказанное утверждение означает, что точка глобального минимума функции $F(X)$ при наличии ограничений, заданных неравенствами, принадлежит хотя бы одной из поверхностей ограничений.*

Сделанный вывод позволяет рекомендовать для поиска экстремума нелинейных задач математического программирования применять методы нулевого порядка, не требующие анализа производных, например, вероятностные методы.

Результаты исследований. Сформулируем задачу идентификации математической модели коррозионного разрушения как задачу математического программирования. В качестве объекта идентификации рассмотрим логистическую модель (МЛКФ) [3].

$$\delta = \frac{\delta_0}{1 + \eta \cdot \exp(-\vartheta \delta_0 t)}, \quad (13)$$

где $\delta_0, \eta, \vartheta$ – коэффициенты, учитывающие влияние коррозионной среды, δ – текущее значение глубины коррозионного повреждения; δ_0 – предельное верхнее значение глубины коррозионного повреждения; t – время коррозии.

Идентификация модели заключается в определении коэффициентов модели $\delta_0, \eta, \vartheta$, которые бы обеспечили наилучшее приближение расчет-

ной кривой, описываемой уравнением (13), к экспериментальной кривой. Запишем выражение для целевой функции в виде функционала:

$$J = \sum_{j=1}^n \left[\delta_{ej} - \frac{\delta_0}{1 + \eta \cdot \exp(-\vartheta \delta_0 t_j)} \right]^2 \quad (14)$$

В качестве ограничений, накладываемых на область изменения управляющих переменных, примем условие неотрицательности коэффициентов модели $\delta_0, \eta, \vartheta$:

$$\delta_0^- \leq \delta_0 \leq \delta_0^+; \quad \eta^- \leq \eta \leq \eta^+; \quad \vartheta^- \leq \vartheta \leq \vartheta^+, \quad (15)$$

где $\delta_0^-, \delta_0^+; \eta^-, \eta^+; \vartheta^-, \vartheta^+$ соответственно нижняя и верхняя границы значений коэффициентов δ_0, η и ϑ

Вводя вектор управляющих переменных $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ и обозначая их $x_1 = \delta_0, x_2 = \eta, x_3 = \vartheta$, получаем следующую задачу математического программирования:

Найти минимум функционала

$$F(\mathbf{X}) = \min \sum_{j=1}^n \left[\delta_{ej} - \frac{x_1}{1 + x_2 \cdot \exp(-x_3 x_1 t_j)} \right]^2 \quad (16)$$

при выполнении ограничений:

$$\begin{aligned} g_1(\mathbf{X}) = x_1 - x_1^- &\geq 0; & g_2(\mathbf{X}) = x_1^+ - x_1 &\geq 0; \\ g_3(\mathbf{X}) = x_2 - x_2^- &\geq 0; & g_4(\mathbf{X}) = x_2^+ - x_2 &\geq 0; \end{aligned} \quad (17)$$

$$g_5(\mathbf{X}) = x_3 - x_3^- \geq 0; \quad g_6(\mathbf{X}) = x_3^+ - x_3 \geq 0$$

Сформулированная задача математического программирования (16)–(17) решалась методом случайного поиска ПГЭФ [5]. Ограничения на область допустимых решений принимались следующими: $0,01 \leq \delta_0 \leq 5$ мм; $1,0 \leq \eta \leq 10000$; $0,01 \leq \vartheta \leq 10,0$. Результаты решения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты идентификации модели коррозионного разрушения МЛКФ методом случайного поиска

t_j (годы)	δ_{ej} (мм)	δ_0 (мм)	η	ϑ (1/мм×год)	$\delta(t_j)$, мм	Δ , %
0,164	0,10	2,141	514,0	4,054	0,01	+82,10
0,575	0,49				0,47	+2,65
1,021	1,95				1,99	-2,39
1,441	2,10				2,13	-1,60
2,019	2,08				2,14	-0,02
3,200	2,25				2,14	+4,84

В таблице 2 приведены результаты идентификации модели МЛКФ методом случайного поиска в сравнении с аналогичными результатами, полученными методом наименьших квадратов [3]. Формальный показатель качества J_{\min} при использовании метода случайного поиска оказался значительно меньше, чем аналогичный показатель при использовании метода наименьших квадратов.

Таблица 2 – Результаты расчета коэффициентов математической модели коррозионного повреждения МЛКФ методом наименьших квадратов НК и методом СП

J_{\min}		δ_0 (мм)		η		ρ (1/мм год)	
НК	СП	НК	СП	НК	СП	НК	СП
0,501	0,026	2,250	2,141	34,00	514,1	1,649	4,054

Вывод. Из сравнения графиков теоретической кривой (Рис.1) хорошо видно, что расчетная кривая, полученная методом случайного поиска, практически совпадает с экспериментальной кривой. Относительная погрешность, за исключением самой нижней точки, не превышает 5% (Табл. 1).

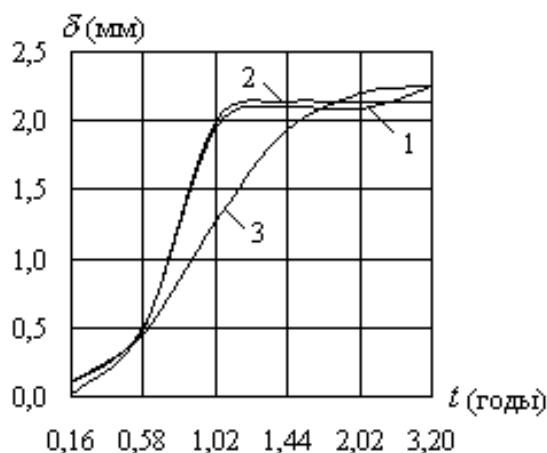


Рис.1 – Графики: 1 - экспериментальной кривой; 2 – расчетной кривой (СП); 3 – расчетной кривой (НК)

ЛИТЕРАТУРА

1. Gellatly R.A. A procedure for automated minimum weight design. Part I./ R.A.Gellatly, R.H.Gallagher //Theoretical Basis. Aeron. Quart., 1966, v.7, №7, p. 63-66.
2. Гинзбург И.Н. Об одном методе выбора оптимальных параметров конструкций / И.Н.Гинзбург, С.Н.Кан // Труды VII Всес. Конференции по теории оболочек и пластин, Ростов, 1971, С.34-35.
3. Петров В.В. Расчет элементов конструкций, взаимодействующих с агрессивной средой./ В.В.Петров, И.Г.Овчинников, Ю.М.Шихов - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1987. - 288 с.

4. Фиакко А. Нелинейное программирование. Методы последовательной безусловной оптимизации / А. Фиакко, Г. Мак-Кормик. – М.: Мир, 1972. – 240 с.

4. Филатов Г.В. Стохастический метод поиска глобального экстремума функции с управляемыми границами интервала оптимизируемых параметров / Г.В. Филатов // Вопросы химии и химической технологии. – Днепропетровск: УГХТУ. – 2000. – №1. – С.334-338.

5. Филатов Г.В. К вопросу об оценке коэффициентов математических моделей коррозионного разрушения конструкций / Г.В. Филатов // ФХММ. – 1993. – Т.29. – №6. – С.59–64.

6. Филатов Г.В. Оптимальное проектирование конструкций методами выпадкового поиска / Г.В. Филатов // Монография. – Днепропетровск: УДХТУ, 2003. – 433 с.

УДК37.022

КАК ВЫРАБОТАТЬ КАЧЕСТВЕННЫЙ СТИЛЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Е.Н. Шумельчик, инженер-конструктор

г. Днепропетровск, Украина, e-mail: kateryna.prokopenko.kp@gmail.com

Аннотация. В работе рассмотрены оптимальные приемы в процессе моделирования в среде SolidWorks для более точного, рационального и корректного выполнения поставленных задач. Программное обеспечение SolidWorks является мощным инструментом для работы инженера-конструктора, требуется лишь умело использовать все его возможности и максимально сократить время проектирования.

Ключевые слова: SolidWorks, моделирование, проектирование, взаимосвязи эскиза, центральная точка, главные плоскости.

HOW TO DEVELOP THE MODELING STYLE OF A GOOD QUALITY

Kateryna Shumelchik, Design Engineer

Ukraine, Dnepropetrovsk, e-mail: kateryna.prokopenko.kp@gmail.com

Abstract. The optimal methods in the process of modeling in SolidWorks for more accurate, efficient and correct tasks accomplishment are considered in this article. SolidWorks software is a powerful tool for the design engineer work, the only thing required is to use all its features skillfully and minimize design time.

Keywords: SolidWorks, modeling, design, sketchrelations, central point, main plates.

Введение. В современном мире без использования технологий трехмерного компьютерного моделирования не обходится практически ни один машиностроительный завод. Поэтому, обучение специалистов высокой квалификации в данных технологиях – одна из главных задач высшей школы.


Всегда найдется то, чему можно научиться. У каждого из нас, наверняка, есть большой опыт и знания, но независимо от этого, их необходимо постоянно совершенствовать. Многие, кто давно изучил такие САПР как SolidWorks или Autodesk Inventor полагают, что достигли определенного уровня моделирования и этого достаточно для выполнения всех дальнейших инженерных задач в этих программах. Большинство профессиональных качеств видны в самом начале работы и наиболее заметны в мелочах. Мое стремление показать молодым специалистам качественное моделирование в среде SolidWorks и помочь выработать изначально наиболее рациональный и корректный подход к проектированию. Каждый может стать лучше и помочь с этим другим. Стоит приучить себя с первых шагов красиво и правильно начинать работу, тогда любому будет комфортно с вами работать, и Вы достигните большего понимания друг с другом. В работе рассмотрены наиболее распространенные упущения молодых специалистов при проектировании в среде SolidWorks, на которые не ставился акцент в справочной литературе, но которые могут привести к усложнению дальнейшей работы и некомпетентности специалиста.

Цель работы. Развить правильный подход к моделированию, изначально проанализировав поставленную задачу, научиться избегать некорректной геометрии в эскизах деталей и сборок, спроектированных в среде SolidWorks, снизить вероятность совершения ошибок при освоении новых функций.

Материал и результаты исследований. Для наглядной демонстрации быстрого освоения любой программы необходимы видео уроки и дополнительная справочная литература. Ведь такие САПР как SolidWorks содержат много функций и возможностей. В данной работе представлена некоторая практическая информация для достижения рационального стиля моделирования в среде SolidWorks, что позволит дать толчок молодым специалистам развиваться в нужном направлении для использования преимуществ 3D моделирования в его полном объеме.

Некоторые материалы из этой статьи доступны в открытых источниках, но, как показывает практика, мало кто выходит за рамки достигнутого, а предпочитает остановиться на определенном этапе, рассчитывая на то, что освоенных функций достаточно для выполнения любых задач проектирования. В связи с чем, методические указания в этой статье следует принимать не как должное, а как рекомендации для совершенствования своих знаний.

Пожалуй, начать надо с полезного совета о сохранении настроек локально для каждого пользователя[1]. При редактировании параметров шаблона детали и сборки, следует сразу обозначить единицы измерения в

массовых характеристиках, чтобы в дальнейшем не исправлять это вручную при каждом обращении к этим свойствам. Для этого следует использовать меню Параметры  или Инструменты > Параметры > Свойства документа > Единицы измерения.

Необходимо так же настроить панель инструментов под те основные задачи, которые Вы будете реализовывать. Далее необходимо настроить панели инструментов в документах деталей, сборок и чертежей. Дело в том, что после переустановки программы SolidWorks, Вам придется заново настраивать систему, панели инструментов и т.д. Чтобы не повторять каждый раз эти действия, следует после выполненных настроек с помощью **«Помощника копирования настроек»** сохранить все настройки в отдельный файл, и при необходимости их можно будет восстановить. Для этого необходимо пройти следующий путь: Пуск > Программы > SolidWorks2013 > Инструменты SolidWorks > Помощник для копирования настроек (Copy Settings Wizard).

Далее, приступая непосредственно к моделированию, работу следует начать с создания эскиза элемента, являющегося основой детали. Общая процедура рисования эскизов представлена в руководстве по SolidWorks [2]. При рисовании эскизов важную роль играет планирование, имеется в виду оптимальный, рациональный и вдумчивый подход. Проанализировав замысел проекта, который необходимо создать, следует изначально выбрать более подходящую начальную плоскость для создания эскиза, так же определить будущую центральную точку и, соответственно, расположение центральных плоскостей (Рисунок 1).

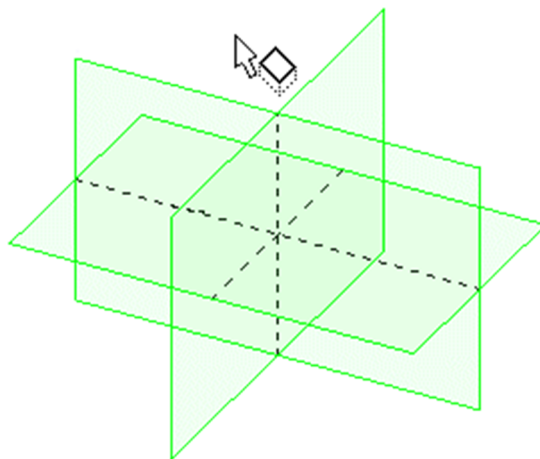




Рисунок 1 – Выбор начальной плоскости эскиза

Плоскость, выбранная первой для рисования, определяет ориентацию детали. В будущем, конечно, возможно переопределение плоскостей и переориентирование детали, но это может повлечь за собой потерю гео-

метрии, она станет подвешенной и необходимо будет заново решать эскиз, что опять же говорит о предварительном анализе создаваемого проекта. Итак, проанализировав создаваемую деталь и выбрав соответствующую начальную плоскость, можно приступить к созданию эскиза [3]. В оформлении эскиза допускается творческий подход и вольный стиль, но мы здесь говорим о правильном, корректном, рациональном и вдумчивом подходе. В связи с чем, сформулированы следующие рекомендации.

Необходимо вложить рациональное количество информации в один эскиз. В общем случае лучше использовать несложные геометрические фигуры и большее количество элементов, но так же стараться не растягивать дерево конструирования.

Простые эскизы проще создавать и редактировать, с ними быстрее перестраиваются модели. Секрет создания простых незагруженных эскизов лежит в правильном использовании привязок и взаимосвязей эскиза. Чаще всего, молодые специалисты выбирают более простой подход к оформлению эскиза – нанесение размеров, в связи с чем, эскиз получается довольно загруженным, что приводит к возникновению сложностей при дальнейшем его редактировании. Например: сколько необходимо совершить действий и применить взаимосвязей, чтобы определить эскиз квадрата со стороной 50 мм? Это можно сделать с помощью простановки всего одного размера (определяющего размер стороны квадрата), совместив

точку-центр квадрата в исходной точке эскиза  (для этого стоит рисовать квадрат не отдельными линиями, а выбрать инструмент Прямоугольник из центра  на панели Эскиз) и добавить взаимосвязь «Равенство» между двумя перпендикулярными сторонами квадрата (Рисунок 2).

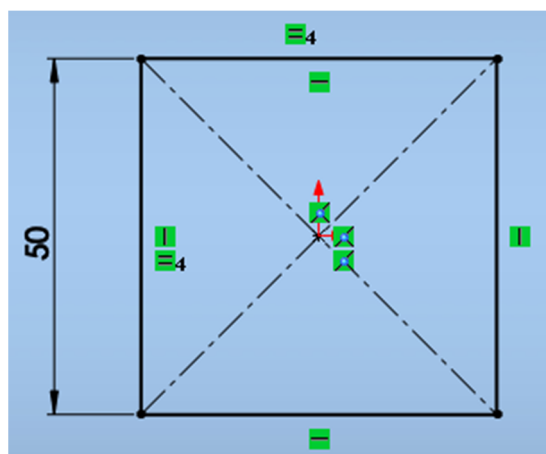


Рисунок 2 – Определенный эскиз квадрата

Таким образом, с применением минимального количества действий в эскизе определились начальные плоскости будущей детали и, соответ-

ственно, ориентация модели. Так же, есть пример создания вытянутого элемента с помощью сложного профиля и создание вытянутого элемента с помощью более простого профиля и некоторых дополнительных элементов в руководстве пользователя по SolidWorks [4], т.к. во многих случаях можно получить один и тот же результат.

Еще один пример. Создать деталь трубы $\varnothing 50 \times 2$ мм в среде SolidWorks можно как минимум 4 способами:

1. Создание детали трубы с помощью задания в эскизе двух окружностей и элемента «Вытянутая Бобышка» (Рисунок 3).

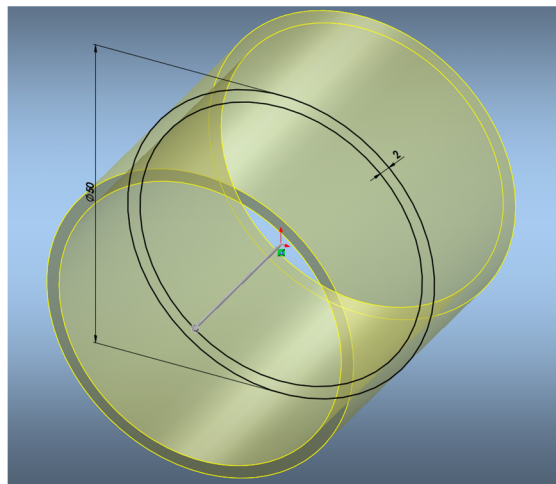


Рисунок 3 – Создание детали трубы с помощью задания в эскизе двух окружностей и элемента Вытянутая Бобышка

2. Создание детали трубы с помощью эскиза одной окружности и «Тонкостенного элемента» (Рисунок 4).

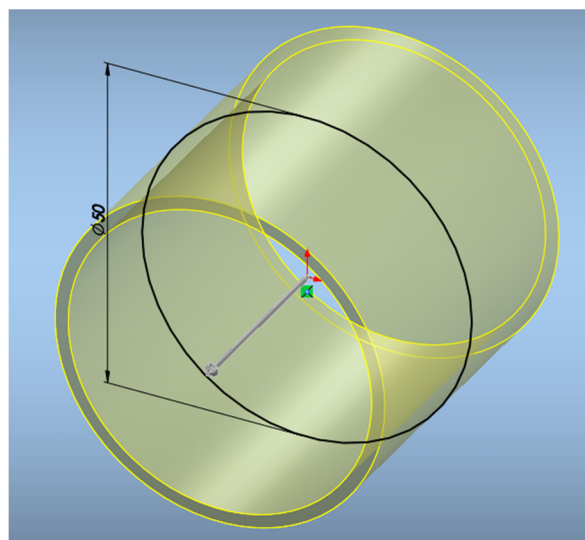


Рисунок 4 – Создание детали трубы с помощью эскиза одной окружности и Тонкостенного элемента

3. Создание детали трубы с помощью задания замкнутого контура в эскизе и элемента «Повернутая Бобышка» (Рисунок 5).

4. Создание детали трубы с помощью библиотеки проектирования Toolbox (Рисунок 6).

Обратите внимание, на Рисунке 3 и Рисунке 4 элемент выдавливания обозначен как от средней плоскости, что определяет положение центральной плоскости в центре элемента. В дальнейшем возможна необходимость обращения именно к центральной плоскости, для чего не требуется создавать дополнительную справочную плоскость, стоит всего лишь предусмотреть это при создании самого элемента.

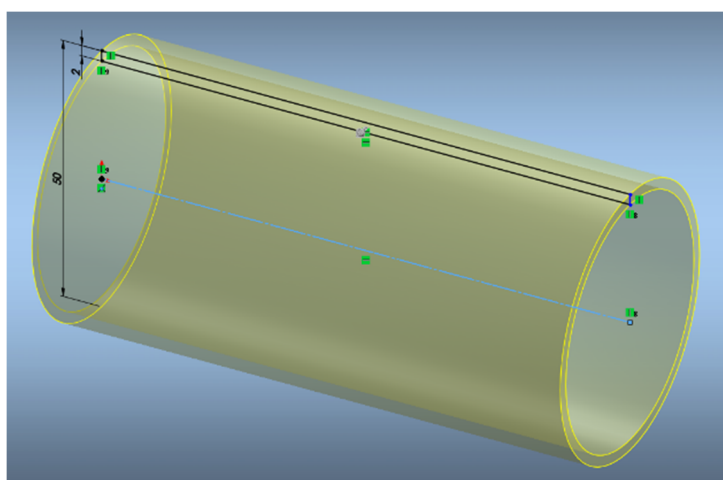


Рисунок 5 –Создание детали трубы с помощью задания замкнутого контура в эскизе и элемента Повернутая Бобышка

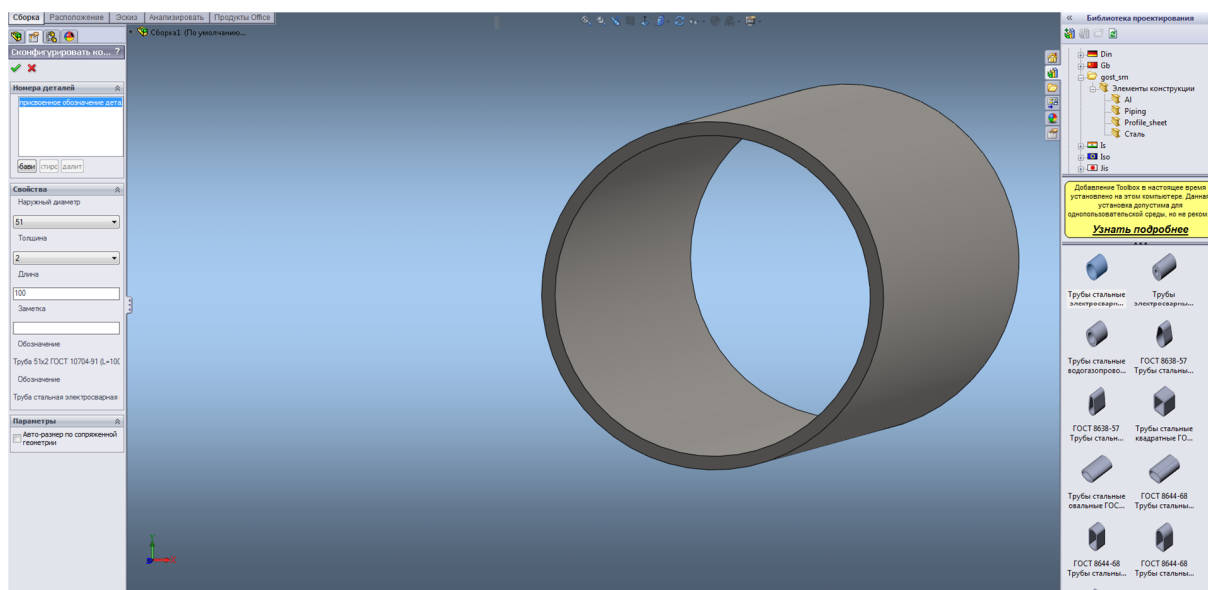


Рисунок 6 –Создание детали трубы с помощью библиотеки проектирования Toolbox

Таким образом, САПР SolidWorks предоставляет множество возможностей для достижения одного результата, следует лишь правильно ими воспользоваться, предварительно проанализировав будущий замысел проекта. Так же, здесь необходимо отметить, что следует всегда следить за состоянием эскиза. Эскизы могут быть недоопределенными, полностью определенными или переопределенными [5]. Одним из признаков качественного моделирования как раз и является наличие только определенных эскизов. Рекомендуется не оставлять нерешённых взаимосвязей и недоопределенных элементов в эскизе, что в дальнейшем поможет избежать появления некорректной геометрии.

Так же, следует обратить внимание на элемент «Отверстие под крепеж» [6], которым, к сожалению, мало кто пользуется. В его удобстве нет сомнений, напротив, этот элемент упрощает создание любого типа отверстий на плоских и неплюских гранях. Для его размещения рекомендуется сделать предварительный эскиз и при выборе вкладки «Расположение отверстий», лишь указать заданные эскизом точки, не забыв выбрать «Тип отверстий». Многие молодые специалисты выбирают для создания такого рода отверстий слишком длинный и совсем не рациональный путь. Создав дополнительную плоскость, они формируют эскиз для повернутого выреза отверстия, а затем, в лучшем случае, добавляют условное изображение резьбы на вкладке Вставка > Примечания. Необходимо минимизировать количество дополнительных действий и стремиться к более оптимальным вариантам.

Начиная работу с новой сборкой, следует так же анализировать будущий проект и, вставляя первый компонент, вручную определять его расположение, в соответствии с чем будет определено положение главных плоскостей всей сборки. По умолчанию первый компонент, добавленный в сборку, становится фиксированным, но это не всегда является самым оптимальным его расположением, так что, рекомендуется освободить его от зависимостей по умолчанию и с помощью сопряжений с плоскостями сборки зафиксировать компонент. Это позволит Вам принять непосредственное участие в создании главных плоскостей сборки, т.к. фиксированные по умолчанию компоненты не всегда имеют ориентацию, совпадающую по расположению с центральной точкой создаваемой сборки.

Хотелось бы обратить внимание на создание подструктуры компонентов, сохраняя их на жесткий диск. Наверняка, каждый сталкивался с ситуацией, когда при разработке нового проекта еще не известно точное обозначение и наименование деталей и сборочных единиц, в связи с чем, при сохранении компонентов SolidWorks в каталоге появляются названные по умолчанию компоненты Деталь1 и Сборка1. На определенном этапе про-

ектирования этих деталей и сборок становится настолько много, что путаница в них неизбежна. Для того, чтобы подобная ситуация не навредила дальнейшей разработке проекта, рекомендуется изначально сформировать директорию для нового инженерного проекта и упорядочить файлы компонентов в определенную структуру. В дальнейшем, при необходимости переименования файлов компонентов, самый удобный способ для воссоздания взаимосвязей со сборкой, это указание ссылок ко всем переименованным файлам, не дожидаясь, пока программа сама запросит у Вас путь к потерянному компоненту. Это можно сделать при открытии файла сборки и нажатии на кнопку Ссылки в правом нижнем углу всплывающего окна. Это так же самый удобный способ при перемещении компонента или восстановлении связи между компонентом и его чертежом. Если изначально максимально упорядочить файлы, в дальнейшем, к ним будет удобнее обращаться и редактировать.

В последнее время отмечается возрастающий интерес к САПР SolidWorks как к наиболее удобной, доступной и гибко настраиваемой системе проектирования. В связи с чем все большее количество пользователей выбирают именно САПР SolidWorks для 3D-моделирования, а для достижения определенного уровня проектирования получают сертификат SolidWorks CSWA (**Certified SolidWorks Associate**), являющийся стандартом для определения знаний и компетентности в среде SolidWorks. Этот экзамен как раз и основан на фундаментальных навыках и базовых компонентах, необходимых для того, чтобы любой пользователь мог комфортно работать в данной программе и быть уверенным в успешном завершении любого своего проекта. Помимо внимательности и умения проектировать, необходимо также соблюдать рекомендации, перечисленные выше в статье.

Выводы. В данной статье описаны некоторые способы решения инженерных задач с минимальными усилиями, что позволяет существенно сократить время проектирования, т.к. Ваши действия будут более логичны и целенаправленны. Работа в команде будет намного продуктивнее при соблюдении одних и тех же принципов проектирования.

При проектировании следует придерживаться таких положений:

- При рисовании эскизов следует проанализировать будущий замысел проекта, изначально выбрав более подходящую начальную плоскость для создания эскиза, так же определить будущую центральную точку и, соответственно, расположение центральных плоскостей.
- Необходимо вложить рациональное количество информации в один эскиз, корректно используя привязки и взаимосвязи эскиза.

- Следует всегда следить за состоянием эскиза. Рекомендуется наличие только определенных эскизов, не оставлять нерешённых взаимосвязей и недоопределённых элементов в эскизе.

- При создании новой сборочной единицы следует анализировать будущий проект и, вставляя первый компонент, вручную определять его расположение, в соответствии с чем будет определено положение главных плоскостей всей сборки.

- Рекомендуется изначально сформировать директорию для нового инженерного проекта и упорядочить файлы компонентов в определённую структуру.

Можно так же отметить еще несколько интеграционных возможностей САПР SolidWorks, однако на практике всё определяется лишь корректностью поставленной задачи и опытом разработчиков, которым хотелось бы пожелать творческих успехов в создании новых интересных проектов, соблюдая некоторые минимальные корректные правила проектирования, подчеркивающие более рациональный и вдумчивый подход. Эта статья призывает быть более внимательными к мелочам и, поверьте, Ваше стремление обучить молодых специалистов качественному моделированию, обязательно вернется к Вам!

ЛИТЕРАТУРА

1. Справка по SolidWorks. Настройки пользователя [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www/URL: http://help.solidworks.com/2014/russian/SolidWorks/sldworks/c_system_options.htm?id=da997cf077b54950826609e61ed66784#Pg0](http://help.solidworks.com/2014/russian/SolidWorks/sldworks/c_system_options.htm?id=da997cf077b54950826609e61ed66784#Pg0)

2. Справка по SolidWorks. Подход к рисованию эскизов [Электронный ресурс] – Режим доступа:

[www/URL: http://help.solidworks.com/2014/russian/SolidWorks/acadhelp/c_Sketching_Concepts.htm?id=98a9ffa5acfb4608a95bfc07ef35e5ba#Pg0](http://help.solidworks.com/2014/russian/SolidWorks/acadhelp/c_Sketching_Concepts.htm?id=98a9ffa5acfb4608a95bfc07ef35e5ba#Pg0)

3. Справка по SolidWorks. Создание эскиза [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www/URL: http://help.solidworks.com/2014/russian/SolidWorks/sldworks/c_sketching_top.htm?id=8921af238a6840ed8525eb3c993ae070#Pg0](http://help.solidworks.com/2014/russian/SolidWorks/sldworks/c_sketching_top.htm?id=8921af238a6840ed8525eb3c993ae070#Pg0)

4. Справка по SolidWorks. Сложность эскиза [Электронный ресурс] – Режим доступа:

[www/URL: http://help.solidworks.com/2012/russian/solidworks/sldworks/sketch_complexity.htm](http://help.solidworks.com/2012/russian/solidworks/sldworks/sketch_complexity.htm)

5. Справка по SolidWorks. Условные обозначения состояния эскиза [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www/URL: http://help.solidworks.com/2012/russian/solidworks/sldworks/sketch_status_conventions.htm](http://help.solidworks.com/2012/russian/solidworks/sldworks/sketch_status_conventions.htm)

6. Справка по SolidWorks. Отверстие под крепеж [Электронный ресурс] – Режим доступа:

[www/URL: http://help.solidworks.com/2012/russian/SolidWorks/SWHelp_List.html?id=92adc913890b41e99763b6d6f3bc2c72#Pg0](http://help.solidworks.com/2012/russian/SolidWorks/SWHelp_List.html?id=92adc913890b41e99763b6d6f3bc2c72#Pg0)

УДК 621.43.06: 502.3

ТОКСИЧНІСТЬ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ ТА ЇХ АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Г.О. Аржаєв, голова циклової комісії спецдисциплін «Машинобудування та матеріалобробка», викладач вищої категорії, викладач-методист
Миколаївський будівельний коледж Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Миколаїв, Україна

М.М. Балака, асистент кафедри будівельних машин
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: balaka_maxim@ukr.net

В.В. Слободчиков, завідувач денним відділенням «Механізація та інформаційні технології», викладач спецдисциплін
Миколаївський будівельний коледж Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Миколаїв, Україна

Анотація. В роботі наведено склад відпрацьованих газів автомобільних двигунів, а також токсичність і концентрація їх складових компонентів. Описано шкідливий вплив компонентів відпрацьованих газів на організм людини і навколишнє середовище.

Ключові слова: шкідливі речовини, двигун внутрішнього згорання, відпрацьовані гази, токсичність, концентрація, організм людини, навколишнє природне середовище.

TOXICITY OF EXHAUST GASES OF AUTOMOBILE ENGINES AND THEIR MAN IMPACT ON THE NATURAL ENVIRONMENT

G. Arzhaev, Presiding Commissioner of Mechanical Engineering and Materials Processing Special Disciplines, Lecturer of Highest Category, Lecturer-methodologist
Mykolaiv Building College of Kyiv National University of Construction and Architecture, Mykolaiv, Ukraine

M. Balaka, Assistant of Building Machinery Department
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: balaka_maxim@ukr.net

V. Slobodchikov, Chief of Mechanization and Information Technology Day Department, Lecturer of Special Disciplines
Mykolaiv Building College of Kyiv National University of Construction and Architecture, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The paper presented the composition of the exhaust gases of automobile engines, as well as toxicity and concentration of complex components. Described the harmful effects of the component exhaust gases on the human organism and the environment.

Keywords: harmful substances, internal combustion engine, exhaust gases, toxicity, concentration, human organism, natural environment.

Вступ. Внаслідок виробничої діяльності різноманітних наземних транспортно-технологічних засобів (автомобілів різного призначення, будівельно-дорожніх, гірничорудних, лісотехнічних, сільськогосподарських машин та спецтехніки), які обладнано автомобільними двигунами, насамперед, двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ), здійснюється активне забруднення навколишнього природного середовища токсичними речовинами, що викидаються з відпрацьованими газами і паливними випаровуваннями. При цьому викиди шкідливих речовин негативно впливають на організм людини, а також порушують динамічну рівновагу біосфери нашої планети.

Мета роботи. Проаналізувати склад відпрацьованих газів автомобільних двигунів, а також токсичність складових компонентів і гранично допустимі концентрації відпрацьованих газів. Описати вплив компонентів відпрацьованих газів на організм людини і навколишнє середовище в цілому.

Матеріал та результати досліджень. На прикладі легкового автомобіля з бензиновим карбюраторним ДВЗ (рис. 1) показано, що до шкідливих речовин відносяться відпрацьовані гази (ВГ) та картерні гази (КГ), пари палива з баку і карбюратора. Основна частка викидів шкідливих речовин ДВЗ потрапляє в атмосферу з ВГ (55% об.), а з КГ і парами палива – 45% об. [1, 2].

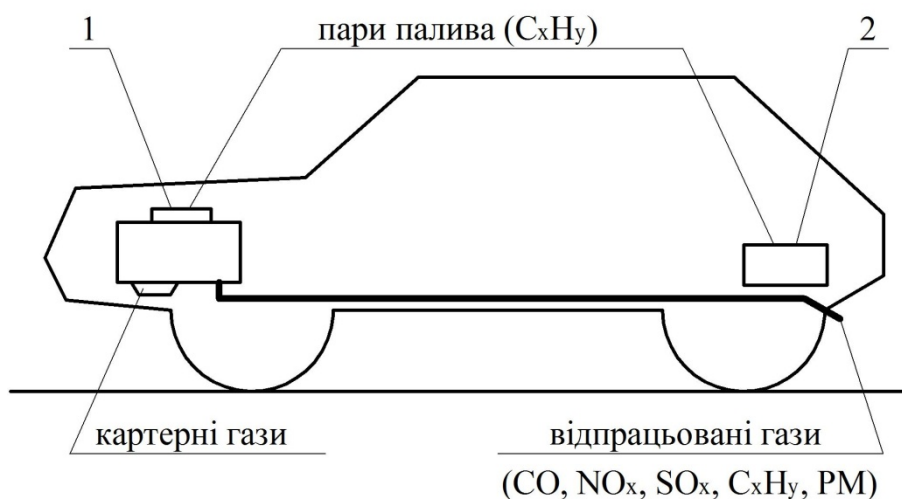


Рисунок 1 – Джерела утворення шкідливих викидів під час роботи легкового автомобіля з бензиновим карбюраторним ДВЗ:

1 – карбюратор; 2 – паливний бак

До продуктів повного згоряння паливноповітряної суміші (ППС) відносяться карбон (IV) оксид – вуглекислий газ (CO₂) та вода (H₂O).

Продуктами неповного згоряння ППС є вуглеводні, що не згоріли (парафіни, олефіни, ароматичні вуглеводні – C_xH_y); вуглеводні, що згоріли не повні-

стю (альдегіди – $C_xH_y \cdot CHO$, карбонові кислоти – $C_xH_y \cdot COOH$, карбон (II) оксид – CO); продукти термічного розпаду та їх похідні (поліциклічні вуглеводні, карбон – С у вигляді сажі, ацетилен – C_2H_2 , етилен – C_2H_4 , водень – H_2 тощо).

До побічних продуктів згоряння ППС можна віднести: нітроген оксиди – NO_x від атмосферного азоту; плюмбум оксиди – PbO_x і галогеніди плюмбуму – $PbHal_x$ від паливних присадок при застосуванні етилованих бензинів; сульфур оксиди – SO_x від забруднень палива.

Під впливом сонячного світла на ВГ утворюються наступні окисники: органічні пероксиди, озон і пероксіяцетил-нітрати.

До основних компонентів ВГ відносяться азот, карбон (IV) оксид (CO_2) та водяні пари – всі вони нетоксичні, однак викиди CO_2 впливають на явище парникового ефекту, зменшуючи шари атмосфери.

Влив ВГ на організм людини призводить до респіраторних захворювань, бронхіту та легеневої недостатності. Відпрацьовані гази ДВЗ містять надзвичайно токсичні речовини, що руйнують легені та порушують координацію, серед яких найбільш токсичними і подразнюючими компонентами слід вважати нітроген оксиди – NO_x (50...250 частин/млн.), карбон (II) оксид – CO (5...1500 частин/млн.), вуглеводні (20...400 частин/млн.), сульфур (IV) оксид – SO_2 (10...150 частин/млн.) та тверді частки ($0,25...0,1 \text{ г/м}^3$) [3].

Нітроген (II) оксид – безбарвний газ без смаку і запаху. В повітрі він поступово окислюється до нітроген (IV) оксид (NO_2) – отруйного газу червоно-бурого кольору. Виявлені у ВГ концентрації NO призводять до подразнення слизової оболонки очей, горла, носа; NO і NO_2 зазвичай об'єднуються під загальною назвою нітроген оксиди (NO_x).

Карбон (II) оксид – безбарвний газ без смаку і запаху. Присутність його у повітрі в об'ємній концентрації 0,3% об. може призвести до смерті людини за 30 годин [1]. Особливо велика концентрація CO у ВГ під час роботи ДВЗ на холостому ході, при цьому необхідно виключити роботу ДВЗ у закритому приміщенні. Оксид вуглеводню вступає в реакцію з гемоглобіном крові, наступає кисневе голодування, що уражує кору головного мозку і викликає розлад нервової діяльності.

Вуглеводні виявлені у ВГ в різних формах. Під впливом сонячного світла та при взаємодії з нітроген оксидами вони в результаті хімічних реакцій утворюють окисники, які можуть бути джерелами подразнення слизової оболонки очей, горла, носа, а деякі вуглеводні (табл. 1–3 [4]) є канцерогенними речовинами. Більшу небезпеку несуть ароматичні вуглеводні, які в умовах острого впливу на теплокровні істоти уражують центральну нервову систему, викликаючи сонливість, в'ялість, судороги. В умовах хронічної інтоксикації проявляють політропний вплив, уражуючи ряд органів і систем [3].

Таблица 1 – Вміст у ВГ метаналу, етаналу і 2-пропеналу, мг/км

Умови руху	Бензин	СПГ*	КПГ*	Дизельне паливо
Міський цикл	3,9	2,4	1,2	30,0
Непрогрітий двигун	4,4	3,6	0,9	33,0
Прогрітий двигун	2,3	0,4	0,1	22,0
Траса	3,9	2,4	0,4	32,0
Пробка	5,4	6,3	3,2	96,0

*СПГ – скраплений природний газ; КПГ – компримований природний газ.

Таблица 2 – Вміст у ВГ поліциклічних ароматичних вуглеводнів, мг/км

Транспорт	Бензин	СПГ	КПГ	Дизельне паливо
Легковий	9,0	5,5	4,0	62,0
Легкий вантажний	19,0	6,5	4,5	68,0

Таблица 3 – Вміст у ВГ бензену, толуену і ксиленів, мг/км

Транспорт	Бензин	СПГ	КПГ	Дизельне паливо
Легковий	42,0	3,0	2,0	4,0
Легкий вантажний	53,0	4,0	3,0	4,0

Поліциклічні ароматичні вуглеводні, що містяться у відпрацьованих газах, а також бензен, толуен і ксилени при довготривалому впливі на організм людини призводять до онкологічних захворювань [1].

Тверді частки – всі речовини, які за звичайних умов знаходяться у ВГ в твердому (попіл, сажа) або рідкому стані. Частки мають дуже складний склад і можуть містити до 43% сажі, до 10% розчинних фракцій палива, до 5% нерозчинних фракцій моторної оливи і до 13% сульфатів та парів води [1, 3]. Найбільшу небезпеку несуть дрібні частки діаметром менше 50 нм, відомі як наночастки, що здатні проникати глибоко в легені людини і сприяти появі ракових захворювань в більшій степені, ніж великі утворення.

Сульфур (IV) оксид – безбарвний негорючий газ з різким запахом. SO₂ викликає захворювання дихальних шляхів, легенево-серцеву недостатність, розлад серцево-судинної системи, порушує діяльність нирок; проявляє виразну токсичну дію на рослини та ґрунт, знижуючи його родючість внаслідок окислення, однак, у ВГ концентрація SO₂ зазвичай невелика. Зниження викидів двоокису сірки досягається зменшенням її вмісту в паливі.

Концентрація викидів шкідливих речовин у ВГ значно залежить від режиму роботи транспортно-технологічного засобу [2], табл. 4.

Таблиця 4 – Концентрація викидів шкідливих речовин з ВГ в залежності від режиму роботи машини

Компонент ВГ, % об.	Режим роботи			
	холостий хід	постійна швидкість	прискорення (0...40) км/год	гальмування (40...0) км/год
CO	0,5...8,5	0,3...3,5	2,5...5,0	1,8...4,5
C _x H _y	0,003...0,12	0,02...0,6	0,12...0,17	0,23...0,44
NO	0,005...0,1	0,10...0,20	0,12...0,19	0,003...0,005

Висновки. Відпрацьовані гази різноманітних автомобільних двигунів, насамперед, двигунів внутрішнього згорання наземних транспортно-технологічних засобів, в силу значної кількості та високої токсичності надзвичайно небезпечно впливають на організм людини і навколишнє природне середовище. Проведений аналіз токсичності відпрацьованих газів показав, що до найбільш токсичних та подразнюючих компонентів відносяться нітроген оксиди – NO_x, карбон (II) оксид – CO, вуглеводні, сульфур (IV) оксид – SO₂ та тверді частки у вигляді попелу або сажі. Тому на сьогодні однією з важливих проблем є розробка конструктивних заходів, які забезпечили б максимально можливу екологічну безпеку, а саме створення методів зменшення викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами автомобільних двигунів та засобів зниження їх токсичності, діагностування агрегатів і систем транспортного засобу, від яких залежить склад відпрацьованих газів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хіммотологія наземних транспортно-технологічних засобів / В. М. Коваленко, Л. Є. Пелевін, Г. О. Аржаєв, В. В. Слободчиков. – К. : Аграр Медіа Груп, 2012. – Ч. I : Палива моторні. – 300 с.
2. Полянський С. К. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин / С. К. Полянський, В. М. Коваленко. – К. : Либідь, 2005. – 504 с.
3. Канило П. М. Автомобиль и окружающая среда / П. М. Канило, И. С. Бей, А. И. Ровень. – Харьков : Прапор, 2000. – 304 с.
4. Емельянов В. Е. Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей. Свойства, разновидности, применение / В. Е. Емельянов, И. Ф. Крылов. – М. : Изд-во Астрель, АСТ, 2004. – 128 с.

УДК 622.261:76

РІШЕННЯ ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ МЕТОДАМИ ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ

О.С. Жовтяк, кандидат технічних наук, доцент кафедри основ конструювання механізмів і машин

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, Україна

С.В. Балашов, кандидат технічних наук, доцент кафедри основ конструювання механізмів і машин

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, Україна, e-mail: balashov_s_v@mail.ru

Д.І. Соломко, студент групи ГРГ-13-3

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, Україна

Анотація. На конкретних прикладах розглядається рішення гірничих завдань, застосовуючи графічні засоби з використанням перетворення проєкційного креслення.

Ключові слова: елементи залягання, числові відмітки, перетворення креслення.

SOLUTION OF MINING AND GEOLOGICAL PROBLEMS BY THE ENGINEERING GRAPHICS METHODS

A.S. Zhovtyak, Ph.D., Associate Professor of Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine

S.V. Balashov, Ph.D., Associate Professor of Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: balashov_s_v@mail.ru

D.I. Solomko, Student of group GRG-13-3

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. In the specific examples considered decisions of mining tasks using graphical tools and transform projection drawings.

Keywords: dip, numerical mark, converting drawings.

Вступ. Для проектування гірничого підприємства, а також для здійснення поточних проектних робіт, наприклад, підготовка нової лави в мінливих гірничо-геологічних умовах, проведення підготовчих та нарізних виробок для відпрацювання блоку рудного тіла необхідно знати такі данні, як

потужність пласта, кут падіння пласта, простягання пласта і т. п. Для визначення цих даних використовують результати геологічної розвідки, як поверхневої так і внутрішньошахтної і застосовують графоаналітичні методи розрахунку, найчастіше складні та громіздкі. Якщо ж для рішення таких завдань використовувати графічні методи перетворення проєкційного креслення, то ці рішення значно спрощуються, а використання комп'ютерних технологій для графічних побудов надає високоточні результати.

Мета роботи – показати на конкретних прикладах як можна спростити рішення гірничих завдань, застосовуючи графічні засоби з використанням перетворення проєкційного креслення.

Основна частина. На плані в проєкціях з відмітками задані три точки (A, B, C) лежачого боку пласта і одна точка (M) висячого боку. Необхідно виміряти в цій точці потужність пласта за трьома напрямками – вертикальному, горизонтальному і нормальному (Рис. 1).

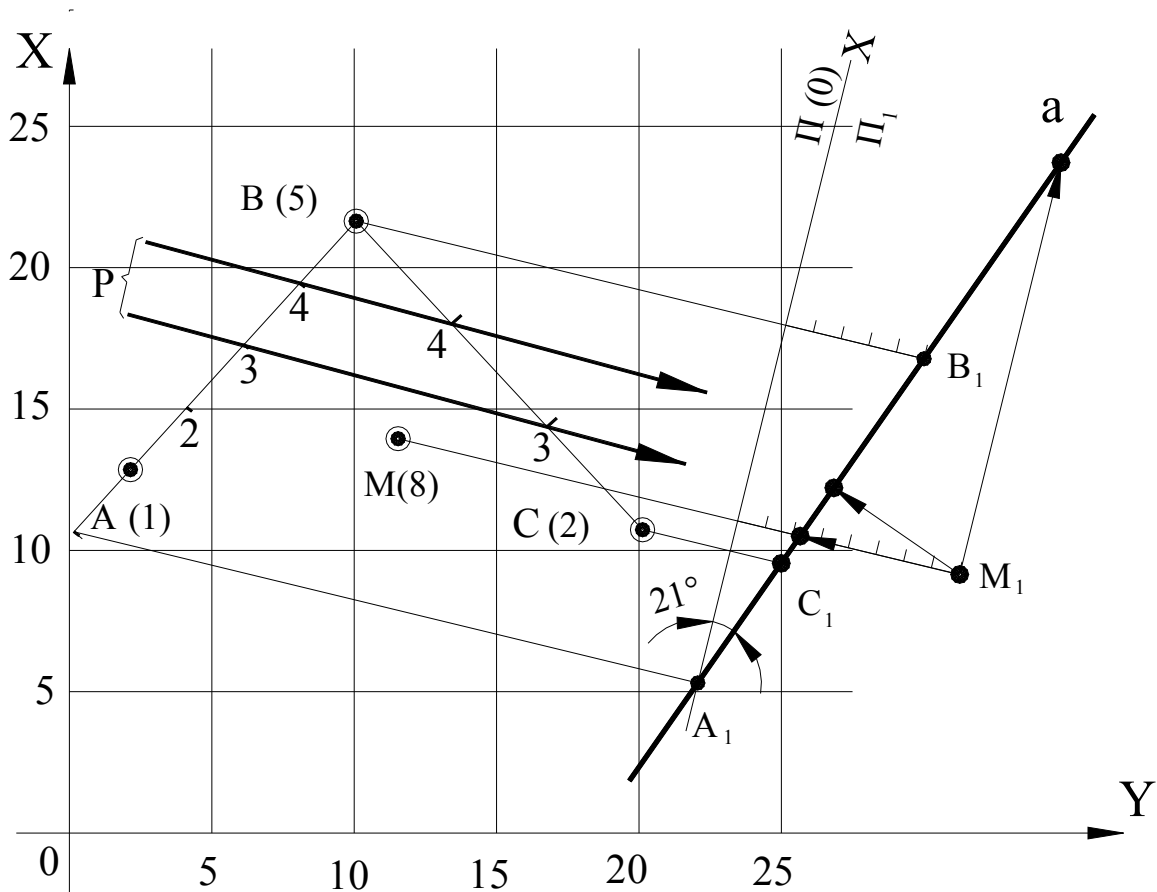


Рис. 1

Розв'язання. Малу ділянку лежачого боку заданого пласта приймемо за площину P та визначимо її простягання. В хрест останнього введемо нову площину Π_1 . Побудуємо слід площини P на введеній нами площині проєкцій. В цій же системі побудуємо нову площину M_1 заданої точки M . Відрізки прямих, паралельні та перпендикулярні до осі X_1 від точки M до сліду α , виміряють потужність заданого пласта по вертикальному і горизонтальному напрямку. Опущений же перпендикуляр з проєкції M_1 на слід α буде нормальною товщиною для заданого пласта в точці M .

В літературі подібні задачі вирішують переважно графічно-аналітичними методами [1, 5]. Рекомендований же спосіб дає чисто графічне рішення задачі.

Роздивимось визначення потужності пласта за трьома напрямками, коли вимір зроблений по розвідувальній виробці, перетинаючій пласт в косому напрямку відносно його простягання та падіння.

Нехай похила свердловина в точці A , координати якої відомі, увійшла в корисну копалину та в точці B на відстані $l_{\text{СКВ}}$ від точки входу вийшла з нього. Відомі кут нахилу свердловини β і азимут направлення свердловини α_1 , а також азимут простягання α та кут падіння δ пласта [2] (Рис. 2).

Розв'язання. З допомогою заданого відрізка $AB = l_{\text{СКВ}}$, кута β нахилу свердловини та азимуту α_1 побудуємо проєкцію точки B (-2) виходу свердловини з пласта.

В хрест простягання введемо нову площину проєкцій Π_1 . З допомогою кута нахилу пласта (δ) та заданої точки A побудуємо слід площини висячого боку пласта на площині Π_1 . Побудуємо також нову проєкцію B_1 в точці B . Після цього на кресленні визначимо шукані потужності пласта по трьом напрямкам, аналогічно минулому прикладу.

Для вирішення подібних задач в літературі (наприклад [3]) пропонують графічно-аналітичний спосіб. В подібних випадках, коли дозволяє потрібна точність, вважаємо доцільно розв'язувати задачі пропонованим вище способом.

На плані задані дві підземні гірничі виробки з перехрещеними осями. Потрібно визначити найближчі точки для з'єднання цих виробок свердловиною або третьою виробкою по найкоротшому шляху (Рис. 3). Таку роботу виконують у випадку аварійних обставин або при технологічній необхідності.

Розв'язання. Введемо нову площину проєкцій Π_1 таким чином, щоб одна з заданих осей, наприклад CD , відносно нової площини проєкцій стала лінією рівня. В цій системі побудуємо нові проєкції заданих осей.

Тепер введемо нову площину проєкцій Π_2 таким чином, щоб вісь CD виявилась перпендикулярною до цієї площини.

Визначення шуканих найближчих точок чітко видно на кресленні.

Зворотній перенос отриманих точок (M та N) в стару систему і є відповіддю задачі.

Незважаючи на часте виникнення подібних задач в маркшейдерській практиці, в роботах, де викладено метод проєкцій з відмітками, не описано шляхів їх рішення. Виключення складає робота [4], де для визначення найближчих точок двох прямих що схрещуються пропонується вельми складний графічний спосіб.

Пропонований спосіб з точки зору графічних проєкцій набагато простіше та більш наочний.

Дворазове обчислення відміток шуканих точок контролює точність виконання графічних робіт.

Висновки. Приведена в роботі методика графічних побудов та розрахунків надає прості і зрозумілі рішення важливих та складних гірничих завдань пов'язаних з проектуванням розробки вугільних пластів і рудних тіл.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рызов П.А. Геометрия недр. М.: Недра, 1964. – 500 с.
2. Рызов П.А. Проекции применяемые в геолого-маркшейдерском деле. М.: Недра, 1951. – 168 с.
3. Букринский В.А. Геометрия недр. М.: Недра, 1985. – 526 с.
4. Ушаков И.Н. Горная геометрия. М.: Недра, 1962.
5. Русскевич Н.Л. Начертательная геометрия. Київ: «Будівельник», 1970. – 392 с.

УДК 622.8

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ ОПАСНОСТИ ТРАВМАТИЗМА ПО МЕТОДУ КИННЕЯ НА АКСУСКОМ ЗАВОДЕ ФЕРРОСПЛАВОВ В ПЕРИОД С 2010 ПО 2012 Г.Г.

М.К. Имангазин, кандидат технических наук, доцент кафедры металлургии Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, г. Актобе, Республика Казахстан, e-mail: m.imangazy@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальным вопросам профилактики травматизма на предприятиях чёрной металлургии Республики Казахстан. В данном случае речь идёт об Аксуском заводе ферросплавов, одном из самых крупных предприятий чёрной металлургии Республики Казахстан. Применение в вопросах оценки уровня опасности метода Киннея позволяет реально просчитывать основные риски и своевременно принимать необходимые организационные, технические и технологические мероприятия для предупреждения опасных ситуаций, которые приводят либо к авариям либо к несчастным случаям. Тем самым уменьшается общий процент травматизма.

Ключевые слова: опасность, риск, травматизм, профилактика, несчастный случай, авария, профессиональное заболевание, чёрная металлургия, промышленная безопасность, охрана труда, гигиена труда, безопасность жизнедеятельности.

QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT THE RISK OF ACCIDENTS BY THE METHOD OF KINNE AKSU FERROALLOY PLANT IN THE PERIOD FROM 2010 TO 2012 YEARS

M.K. Imangazin, PhD, Associate Professor, Department of Metallurgy
Aktobe Regional State University K.Zhubanova, Aktobe city, Kazakhstan, e-mail:
m.imangazy@mail.ru

Abstract. Article is devoted to the prevention of accidents in metallurgical enterprises of Kazakhstan. In this paper, we are talking about the Aksu Ferroalloy Plant, one of the largest ferrous metallurgy enterprises of the Republic of Kazakhstan. Use of in the assessment of the level of danger of the method allows you to actually calculate Kinne major risks in a timely manner and take the necessary organizational, technical and technological measures to prevent dangerous situations that either lead to crashes or accidents. This helps to reduce the overall percentage of injuries.

Keywords: danger, risk, injuries, prevention, accident, occupational disease, ferrous metallurgy, industrial safety, occupational safety, occupational health, life safety.

Введение. Производственный травматизм (ПТ) как следствие несчастных случаев и аварий давно стал актуальной проблемой во всех странах мира. Каждый год от травм по данным Международной Организации Труда (МОТ) погибает более 2 млн. человек, что составляет почти 5 % от уровня общей смертности на планете и получают травмы 270 млн. человек, 160 млн. человек страдают от различных заболеваний, связанных с производством. На сегодняшний день уровень ПТ в Казахстане, как одной из стран СНГ, на порядок превышает аналогичные показатели в таких странах как Великобритания, Германия, Канада, Япония, а уровень смертельного травматизма на производстве в нашей стране в 2,5 раза выше, чем в США, в 7 раз - чем в Японии, в 8,7 раза - чем в Англии. События крупных трагедий на шахтах Карагандинского угольного бассейна, предприятиях Корпо-

рации «Казахмыс» последних лет с гибелью десятков работников являются подтверждением этому.

В последнее время в Республике Казахстан (РК) коренным образом изменились взаимоотношения государства и предприятий. Рыночные отношения распространились и на систему безопасности промышленных предприятий. Происходящие изменения в вопросах безопасности подготовили почву для новой законодательной базы. В республике приняты и действуют законы: «О промышленной безопасности на опасных производствах», «О безопасности и охране труда», «Трудовой кодекс», «Об обязательном страховании гражданско-правовой ответственности за причинение вреда жизни и здоровью работника при исполнении им трудовых (служебных) обязанностей» и др.; утверждены и действуют Правила расследования и учета несчастных случаев и иных повреждений здоровья работников, связанных с трудовой деятельностью (Постановление Правительства РК № 326 от 03.03.2001 г.), Правила проведения аттестации объектов организации по условиям труда (Приказ Министра Труда и соцзащиты населения РК №251п от 03.11.2004 г.), Положение о проверке знаний правил, норм и инструкций по безопасности у руководящих работников и специалистов предприятий, организаций и объектов, поднадзорных Госгортехнадзору РК (Приказ Министра труда и соцзащиты населения РК № 312-п от 27.12.2004 г.) и многие другие. Практически во всех этих документах поставлена конкретная, имеющая важное социальное значение цель - разработка и принятие первоочередных мер по предупреждению и профилактике ПТ и намечена обширная программа действий.

Главные причины сложившегося положения видятся в резком сокращении инвестиций в реконструкцию и обновление основных производственных фондов, их значительном старении, разрушении прежней системы управления охраной труда, надзора и контроля над ней. Одной из основных причин травматизма, согласно данным многочисленных литературных источников, является так называемый «человеческий фактор», на который приходится до 84-85% всех причин травматизма на производстве.

В этом свете более, чем актуальны поиски всевозможных путей снижения риска травмирования в процессе труда с учетом специфики ответственного производства, что немислимо без прочного информационно-методического обеспечения, основанных на разработке новых способов предупреждения и снижения производственного травматизма.

Цель работы. Использование метода Киннея для оценки количественного уровня опасности на Аксуском заводе ферросплавов (Республика Казахстан) за период с 2010 по 2012 г.г.

Материал и результаты исследований. При использовании метода Киннея даётся количественная оценка уровней опасности для различных анализируемых ситуаций путём присвоения оцениваемым уровням опасности цифровых значений - баллов, рассчитываемых как произведение трёх переменных: вероятности того, что данное опасное событие действительно произойдёт; частоты подверженности потенциально опасной ситуации; серьёзности последствий или повреждений, причинённых в результате свершения опасного события.

Оценка рисков выполняется по среднестатистическим данным учётных несчастных случаев, произошедших за исследуемый период по каждой или по основной идентифицированной опасности согласно [1].

Идентификация опасных и вредных факторов

Процесс выявления опасных и вредных факторов осуществляется в соответствие со специфическими внутренними процедурами каждого подразделения комбината на основе общего классификатора (перечня), принятого на заводе.

Перечень опасностей

1. Аварии природного характера.
2. Аварии техногенного характера.
3. Аварии технологического оборудования.
4. Воздействие вредных и химических веществ (пыль, газ, аэрозоли и т.п.).
5. Воздействие ионизирующих излучений.
6. Воздействие электрического тока.
7. Воздействие взрывчатых веществ, продуктов взрывания.
8. Вибрация и шум.
9. Воздействие движущихся, вращающихся, разлетающихся предметов.
10. Воздействие экстремальных температур.
11. ДТП (автомобильные, железнодорожные, подземный транспорт).
12. Нервно-психические нагрузки.
13. Пожары.
14. Падение с высоты.
15. Падение, обрушение, обвалы предметов, материалов, земли и т.п.
16. Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми.
17. Падение (неровные и скользкие поверхности).
18. Физические перегрузки.
19. Утопления.
20. Контакт с микроорганизмами.
21. Несанкционированные взрывы технологического оборудования.
22. Образование взрывоопасных смесей.

Для количественной оценки рисков на Аксуском заводе ферросплавов (АЗФ) применим метод Киннея, согласно которому необходимо произвести расчет потенциально опасной ситуации, обозначенной показателем степени риска R по i – ому классификатору, по следующей формуле:

$$R_i = P_i \cdot E_i \cdot G_i, \quad (1)$$

где P_i – показатель вероятности свершения опасного события; E_i – показатель частоты подверженности риску; G_i – показатель серьезности повреждений, явившихся последствиями опасного события.

Оценка показателей степени риска R_i для различных анализируемых опасных ситуаций, производится путем присвоения балла каждому из вышеупомянутых параметров, на основании классификационной шкалы, соответствующих цифровых значений, определяемых в приведенных ниже таблицах 2,3,4.

Согласно методике [1] по данным таблицы 1 определим КНС $_i$ по основной из идентифицированных опасностей, для этого проведем анализ статистических данных по 26 несчастным случаям среди персонала работников завода за период с 2010 по 2012 г.г.

В таблице 1 даются данные, из которых можно выделить следующие основные опасные события:

- № 9 (воздействие движущихся, вращающихся предметов) – 7 случаев;
- №14 (падение с высоты) – 5 случаев (1 смертельный);
- № 4 (воздействие вредных и химических веществ) – 4 случая.

Таблица 1 – Сведения по несчастным случаям, произошедшим на Аксуском заводе ферросплавов в период с 2010 по 2012 г.г.

№	Дата	Ф.И.О. пострадавшего, возраст	Цех, профессия	Вид происшествия по классификатору
1	2	3	4	5
1	21.01.2010	Джуматаев Ж.Е., 1972	плавцех №6, огнеупорщик	13
2	23.02.2010	Портъе Л.Л., 1964	плавцех №6, бригадир на отделке, сортировке металла	9
3	2.03.2010	Самыков Е.Е., 1987	плавцех №1, горновой	9
4	15.03.2010	Головки А.А., 1965	плавцех №2, слесарь-ремонтник	14
5	5.05.2010	Романовский В.Н., 1958	плавцех №1, плавильщик	4

№	Дата	Ф.И.О. пострадавшего, возраст	Цех, профессия	Вид происшествия по классификатору
1	2	3	4	5
6	5.05.2010	Садов П.С., 1950	ЦРЭА, оператор ПГУУ	4
7	5.08.2010	Квитко И.Д., 1948	АТЦ, смотритель гаража	9
8	28.10.2010	Макышбаев К.Д., 1977	ЦРМО, газорезчик	9
9	7.02.2011	Чертков С.Н., 1990г.	ТСЦ, слесарь по ремонту оборудования	9
10	12.02.2011	Глебов А.С., 1960	плавцех №6, плавильщик	10
11	17.02.2011	Лисицкий А.А., 1953	плавцех №1, слесарь- ремонтник	14
12	13.06.2011	Жаксебергенов Т.У., 1953г.	ЦРЭА, слесарь- ремонтник	15
13	18.06.2011	Сызаев Ж.К., 1967	плавцех №1, машинист разли- вочной машины	14
14	14.09.2011	Манджиев А.И., 1981 Жумабеков О.Е., 1986 Акажанов Ж.Е., 1977	плавцех№6, слесарь-ремонтник; плавильщик; плавиль- щик	10
15	2.11.2011	Ильдыбаев Д.Д., 1991	плавцех №2, плавильщик	9
16	23.12.2011	Огнев А.И., 1983	ЦРМО, электрогазосварщик	15
17	7.02.2012	Нурханов Р.К., 1990	УСХ, грузчик- стропальщик	2
18	20.02.2012	Жунусов З.М., 1987	плавцех №2, плавильщик	13
19	27.02.2012	Степочкин В.С., 1980	ЦПШл, разбивщик ферросплавов	14
20	6.04.2012г	Иванов И.Н., 1957	плавцех №6, плавильщик	4
21	8.05.2012	Носков А.С., 1991	плавцех №2, электрогазосварщик	9
22	19.06.2012	Бессарабов В.Г.,1974 Петрушин В.Н., 1975	плавцех №6, электромонтёры	10

№	Дата	Ф.И.О. пострадавшего, возраст	Цех, профессия	Вид происшествия по классификатору
1	2	3	4	5
23	24.07.2012	Сагинбеков А.Р., 1988	плавцех №2, плавильщик	6
24	29.07.2012	Тлеумов А.С., 1988	ЦРМО, электросварщик	6
25	5.10.2012	Шубина Е.С., 1952	ТСЦ, машинист насосных установок	14
26	27.10.2012	Бородулин А.С., 1981г.	ЖДЦ, помощник машиниста тепловоза	2

Проанализировав эти данные, можно сказать, что основной опасностью для проявления травматизма на АЗФ является опасное событие под номером 9 из классификатора – воздействие движущихся, вращающихся, разлетающихся предметов. На эту опасность приходится 7 случаев или почти 30% от общего количества несчастных случаев за изучаемый период, т.е. с 2010 по 2012 г.г.

Количественную оценку риска опасности травматизма на заводе проведём по опасному событию 9 (воздействие движущихся, вращающихся, разлетающихся предметов).

Общее количество несчастных случаев по данной опасности будет $KHC9 = 7$ случаев.

Среднее число несчастных случаев в год: $СКHC9 = KHC9 : T = 2,33$ случаев, где T – отчётный исследуемый период, составляющий 3 года.

Ожидаемую частоту возникновения события $ОЧС9$ определим из формулы: $ОЧС9 = СКHC9 : n = 2,33:6316 = 0,0004$, где n – средняя численность работников АЗФ за исследуемый период, которая составляет 6316 человек.

Таблица 2 – Вероятность происшествия опасного события P_i

$ОЧС_i$	Наименование	баллы
$>1 год^{-1}$	Высокая степень вероятности	10
$1-1 \cdot 10^{-2} год^{-1}$	Средняя степень вероятности	6
$1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-4} год^{-1}$	Не всегда, но возможно	3
$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5} год^{-1}$	Низкая степень вероятности	1
$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-6} год^{-1}$	Невероятно, но нельзя совсем исключить возможность	0,5
$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-7} год^{-1}$	Практически невозможно	0,2
$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-8} год^{-1}$	Фактически невозможно	0,1

По полученному значению ОЧС9 и данных таблиц 2,3,4 найдём необходимые значения для Р9, Е9 и G9.

Таблица 3 – Частота подверженности E_i

Наименование	баллы
Постоянно (не реже, чем один раз в час)	10
Часто (не реже, чем один раз в день)	6
Иногда (не реже, чем один раз в неделю)	3
Не постоянно (не реже, чем один раз в месяц)	2
Редко (несколько раз в год)	1
Очень редко (реже, чем один раз в год)	0,5

Таблица 4 – Серьёзность последствий G_i

Наименование	баллы
Трагические последствия (смерть нескольких человек)	100
Очень серьёзные последствия (смерть одного человека)	40
Тяжёлые последствия (постоянная нетрудоспособность)	15
Значительные последствия (временная нетрудоспособность)	7
Легкие последствия (вызов скорой помощи)	3
Микротравма (без потери трудоспособности)	1

По таблице 2 значение Р9 при ОЧС9= 0,0004 или соответствующее значению строки $1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$ – Не всегда но возможно, т.е. Р9= 3 баллам.

Исходя из фактических статистических данных количества несчастных случаев по данному опасному событию определим Е9 и по таблице 2 установим соответствующие баллы. За 3 года было выявлено 7 случаев по данному событию, т.е. в среднем 2,33 случая в год. Это значение соответствует в таблице 3 графе – Не постоянно (не реже, чем один раз в месяц), т.е. значение Е9 = 2 баллам.

По таблице 4 определим серьёзность последствий по данному опасному событию. Поэтому в данном случае наиболее подходящим будет графа – Тяжёлые последствия (постоянная нетрудоспособность), что соответствует значению G9 = 15 баллам.

Зная все значения для Р9, Е9 и G9 найдём значение R9: $R9 = 3 \cdot 2 \cdot 15 = 90$ баллов.

Выводы. Значение в 90 баллов превышает допустимый предел согласно [1] в 70 баллов, поэтому риск по опасному событию 9 считается неприемлемым, и поэтому по данному опасному событию необходимо проведение профилактических мероприятий с целью снижения травматизма до уровня в 70 баллов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Имангазин М.К. Методологическая инструкция МИОТ-01-02-2006 «Идентификация опасностей, оценка и управление рисками». Изд-во АО «ТНК «Казхром», г. Актобе, 2007.

УДК 744

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ОБУЧЕНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

С.В. Розов, ассистент кафедры основ конструирования механизмов и машин
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск, Украина

А.М. Твердохлеб, ассистент кафедры основ конструирования механизмов и машин
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск, Украина, e-mail: tverdohlebam@mail.ru

С.В. Кобильянский, студент группы ЕМг-13-1
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск, Украина

Аннотация. В работе проведен анализ современных методов повышения эффективности преподавания инженерной графики, используя на занятиях современные технические средства обучения и компьютерные технологии.

Ключевые слова: инженерная графика, высшее образование, AutoCAD, Компас, САПР.

USE OF PROGRAM PRODUCTS FOR ENGINEERING GRAPHICS

S.V. Rozov, Assistant, Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine

A.M. Tverdohleb, Assistant, Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: tverdohlebam@mail.ru

S.V. Kobilyansky, Student of group EMg-13-1
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. The analysis of modern methods to improve the effectiveness of engineering graphics teaching using modern teaching aids and computer technology.

Keywords: engineering graphics, higher education, AutoCAD, Kompas, CAD systems.

Введение. В конце XX века в учебный процесс внедряются новые, наиболее совершенные методы преподавания и обучения. Самого пристального внимания требуют вопросы организации учебного процесса, его интенсификация, заключающаяся в том, чтобы при наименьших затратах времени давать необходимое количество информации, добиваться глубокого ее усвоения. Поэтому технические средства обучения становятся неотъемлемой частью учебного процесса. Там, где технические средства используются грамотно и систематически, они способствуют повышению эффективности и качества обучения.

Общество в современных условиях предусматривает обязательное применение компьютеров в вузовском образовании. Компьютер является мощным средством повышения эффективности обучения, обеспечивая гибкость управления учебным процессом, и позволяет качественно изменить контроль над деятельностью студентов.

Материал и результаты исследований. Кафедра основ конструирования механизмов и машин широко применяет современные технические средства, имея хорошо оборудованные компьютерные классы. Преподавательский состав кафедры владеет и широко применяет новые технологии в обучении студентов. Специфика освоения учебных дисциплин «Инженерная графика», «Инженерно-компьютерная графика» и других такова, что в ней принцип доступности изучаемого материала неразрывно связан с принципом наглядности. Это обеспечивает, например, AutoCAD - самая известная в мире система автоматизированного проектирования, которая является платформой для построения САПР различного уровня сложности. Программа AutoCAD обеспечивает обучение компьютерному выполнению чертежей, предлагая самые совершенные средства для их выполнения, а также удобные инструменты трехмерного моделирования.

Пакет программ автоматизации чертежных работ AutoCAD 2000 является мощным средством для черчения. Он обеспечивает быструю, точную генерацию желаемого чертежа, предоставляет средства, дающие возможность легко исправлять допускаемые в ходе черчения ошибки и даже осуществлять крупные корректировки без повторного изготовления всего чертежа. Он генерирует чистые, точные, окончательные варианты чертежей.

Большие возможности в подготовке студентов открывает изучение систем КОМПАС. КОМПАС - это КОМПлекс Автоматизированных Систем для решения широкого круга задач проектирования, конструирования, подготовки производства в различных областях машиностроения. Опыт эксплуатации систем КОМПАС показал, что они значительно ускоряют процесс выпуска чертежной документации и заметно повышают ее каче-

ство. В связи с этим очевидна необходимость освоения и использования этих систем в изучении курсов “Инженерная графика”, “Черчение”, “Детали машин”, “Теория машин и механизмов”, а также использование программных средств для выполнения лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов.

КОМПАС можно рассматривать как основной инструмент графического образования. На занятиях, по указанным выше дисциплинам, применяя программу КОМПАС-3D, студенты создают трёхмерные модели деталей, выполняют сборочные чертежи и др. КОМПАС-3D позволяет реализовывать классический процесс трехмерного параметрического проектирования: от идеи - к ассоциативной объемной модели, от модели - к конструкторской документации. Основные компоненты КОМПАС-3D – собственно система трехмерного твердотельного моделирования, универсальная система автоматизированного проектирования. Программный продукт КОМПАС-График позволяет в скоростном режиме выпускать чертежи изделий, схемы, спецификации, различные текстовые документы, таблицы, инструкции и прочие документы. Гибкость настройки системы и большое количество прикладных библиотек и приложений для КОМПАС-График позволяют закрыть практически все задачи пользователя, связанные с выпуском технической документации.

Для улучшения организации учебного процесса и повышения его качества следует использовать стационарные и мобильные технические средства обучения, что оказывает большую помощь преподавателям при проведении занятий. Это технические, или, как их еще называют, аудиовизуальные средства обучения. К техническим средствам обучения относится как сама аппаратура (диапроекторы, кинопроекторы, телеприемники, магнитофоны и пр.), так и специально созданные дидактические материалы и пособия: диапозитивные средства, магнитные и видеозаписи, кинофильмы, т. е. экранно-звуковые средства.

С помощью методических пособий-презентаций работы над выполнением практического задания можно показать как процесс создания объёмной модели в системе КОМПАС с подробностями, которые уступают только учебному кинофильму и процессу выполнения чертежа преподавателем на классной доске.

Позитивный результат в обучении приносят пособия-презентации для преподавателей дисциплины и студентов, изучающих инженерную графику. Созданные пособия, по способу их применения в учебном процессе и по решению с их помощью учебных задач, можно разделить на группы:

- презентация, используемая с применением мультимедийного проектора для фронтального объяснения нового материала всем присут-

ствующим на занятии студентам, когда демонстрация сопровождается рассказом преподавателя;

- презентация, используемая для изучения нового, легко доступного студенту материала, с которым каждый студент в аудитории работает за компьютером индивидуально;
- презентация, в которой отражена определённая последовательность действий студента при работе над выполнением задания (геометрические построения, процесс создания трёхмерной модели). Этими пособиями студенты пользуются самостоятельно.

Вывод. Таким образом, для повышения эффективности обучения инженерной графике необходимо внедрять в учебный процесс новые, наиболее совершенные методы преподавания, используя на занятиях современные технические средства обучения и компьютерные технологии.

Комплексное использование технических средств всех видов создаёт условия для решения основной задачи обучения — улучшения качества подготовки специалистов в соответствии с требованиями современного научно-технического прогресса.

УДК 656

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОБУСОВ НА МАРШРУТАХ ГОРОДА

О.Г. Ходос, ассистент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: auto.nmu@gmail.com

Аннотация. В работе рассмотрены основные направления влияния автомобильного транспорта на окружающую среду.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, окружающая среда, экологическая безопасность.

ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE BUSES ON ROUTES IN CITY

O. Khodos, Assistant, Department of Automobiles and Automobile Economy
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: auto.nmu@gmail.com

Abstract. *The basic directions of influence of a motor transportation on environment are examined.*

Keywords: motor transport, environment, environmental safety.

Введение. При данной тенденции развития автотранспортного комплекса, он является крупнейшим источником загрязнения окружающей среды.

В Украине на долю автомобильного транспорта приходится около 36 % всех выбросов в атмосферу, а в крупных городах эта цифра достигает 55 — 78 %.

Эксплуатация транспортных средств основывается на потреблении значительных объемов энергетических, материальных, земельных (условного топлива: уголь, нефть, природный газ и т.д.) и трудовых ресурсов.

Для создания транспортных средств и запасных частей необходимы черные металлы, свинец, цинк, никель, медь, каучук и т.д.

Загрязняющие вещества образуются при производстве нефтепродуктов, при потреблении автотранспортными предприятиями в своем производстве больших объемов водных ресурсов и соответственно сбрасывании огромного количества сточных вод, при загрязнении окружающей среды поверхностными стоками с автомобильных дорог, а также отходами деятельности автотранспортных предприятий (автомобильных покрышек, аккумуляторов и т.д.).

Цель работы. Рассмотреть проблему снижения экологического воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду на основе системного подхода, позволяющего определить внутреннюю и внешнюю структуры системы «окружающая среда – автомобильный транспорт».

Материал и результаты исследований. Важнейшим воздействием транспорта на окружающую среду является физический вид загрязнения, а именно шумовое, вибрационное, световое, тепловое, электромагнитное излучения.

Наибольшее воздействие от автотранспортных средств из физических видов загрязнений приходится на шумовое излучение и вибрации.

Рассматривая проблему снижения экологического воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду ее решение возможно на основе системного подхода, который позволяет определить внутреннюю и внешнюю структуры системы «окружающая среда – автомобильный транспорт».

Взаимодействие в системе можно условно разделить на 4 вида: совокупность воздействий внутри элемента системы - автомобильный транспорт; совокупность воздействий внутри элемента системы - окружающая среда; совокупность воздействий автомобильного транспорта на окружающую среду; совокупность воздействий окружающей среды на автомобильный транспорт.

Основным воздействием автомобильного транспорта на окружающую среду является загрязнение от транспортных средств, которое составляет: от автомобилей при движении - до 90 %, а от производственно-технической базы - около 10 %.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что важнейшей задачей для снижения загрязнения от транспортных средств является снижение выбросов от автомобилей при движении.

Для оценки экологической безопасности автобусов на маршрутах города при использовании современного подвижного состава, были смоделированы выбросы загрязняющих веществ для автобусов классов M_2 и M_3 , соответствующие нормам Евро1 - Евро5.

Вывод. Анализ результатов моделирования выбросов (CO , $CxHy$, NOx) от автобусов на маршрутах города, загрязняющих веществ показал, что выбросы автобусов малого M_2 класса и большого M_3 класса с экологическими характеристиками Евро1 и Евро5 отличаются в несколько раз.

Замена автобусов с экологическими характеристиками Евро 1 на автобусы с экологическими характеристиками Евро3 сокращает выбросы CO в 2,5 раза, CH – в 2 раза, NOx – в 2 раза.

Важнейшее направление в обеспечении экологической безопасности автомобильного транспорта является замена устаревших автобусов на маршрутах города на автобусы соответствующие экологическим нормам.

УДК 629-331

АНАЛИЗ АКТИВНОЙ И ПАССИВНОЙ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

О.Г. Ходос, ассистент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: auto.nmu@gmail.com

И.Ю. Содоль, студент группы АТмм-11
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: auto.nmu@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены основные направления развития активной и пассивной систем безопасности современного автомобильного транспорта.

Ключевые слова: легковой автомобиль, активная система безопасности, пассивная система безопасности.

ANALYSIS OF ACTIVE AND PASSIVE SYSTEMS OF SAFETY OF MODERN PASSENGER CARS

O. Khodos, Assistant, Department of Automobiles and Automobile Economy
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: auto.nmu@gmail.com

I. Sodol, student of group АТмм-11
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: auto.nmu@gmail.com

Abstract. *The directions of development of active and passive systems of safety of modern motor transport are examined*

Keywords: passenger cars, active systems of safety, passive systems of safety.

Введение. Повышение динамических свойств автомобилей, увеличение в потоке количества легковых автомобилей, управляемых водителями, не имеющими достаточных навыков управления, способствуют значительному увеличению аварийных ситуаций, приводящих к дорожно-транспортным происшествиям.

Безопасность транспортного средства - это комплекс конструктивных и эксплуатационных свойств, снижающих вероятность возникновения ДТП и тяжесть их последствий.

Безопасность транспортного средства подразделяется на активную и пассивную. Активная безопасность помогает водителю избегать критических ситуаций. Основным задача систем активной безопасности автомобиля является предотвращение аварийной ситуации. Устройства системы пассивной безопасности должны обеспечивать защиту не только пассажиров и конкретного автомобиля, но и других участников дорожного движения. Применение систем активной безопасности позволяет в различных критических ситуациях сохранять контроль над автомобилем, а именно сохранить курсовую устойчивость и управляемость автомобиля.

Цель работы. Исследование активной и пассивной безопасности современных легковых автомобилей для снижения вероятности возникновения ДТП и тяжести их последствий.

Материал и результаты исследований. Анализ автомобилей показывает, что активная безопасность автомобиля обеспечивается следующими надежными элементами:

- [антиблокировочная система тормозов](#);
- [антипробуксовочная система](#);

- [система курсовой устойчивости](#) (electronic stability programme (ESP) - система с задействованием возможностей антиблокировочной, антипробуксовочной систем с контролем тяги и электронной системы управления дроссельной заслонкой;

- [система распределения тормозных усилий](#);

- [система экстренного торможения](#);

- [электронная блокировка дифференциала](#).

Перечисленные системы активной безопасности конструктивно связаны и тесно взаимодействуют с тормозной системой автомобиля и значительно повышают ее эффективность.

Пассивная безопасность автомобилей достигла высокого уровня, поэтому кардинально улучшать защитные свойства машины становится неоправданно дорого. Поэтому все разработчики сконцентрировались на электронных системах, помогающих предотвратить аварии.

Совокупность конструктивных элементов, применяемых для защиты пассажиров от травм при аварии, составляет систему пассивной безопасности автомобиля. Система должна обеспечивать защиту не только пассажиров и конкретного автомобиля, но и других участников дорожного движения.

Важнейшими компонентами системы пассивной безопасности автомобиля являются:

- [ремни безопасности](#);

- [натяжители ремней безопасности](#);

- [активные подголовники](#);

- [подушки безопасности](#);

- [кузов автомобиля](#), устойчивый к деформации;

- [аварийный размыкатель аккумуляторной батареи](#);

- ряд других устройств (система защиты при опрокидывании на кабриолете; детские системы безопасности - крепления, кресла, ремни безопасности).

Вывод. Анализ активной и пассивной безопасности современных легковых автомобилей показывает, что их конструкция обеспечивает несколько уровней защиты находящихся в нем людей:

- система ABS позволяет удерживать протектор на грани блокировки и обеспечивает минимальный тормозной путь при этом, сохраняя возможность управления автомобилем, ведь главная задача – не дать колесам заблокироваться при экстренном торможении, чтобы сохранить контроль над машиной;

- блок управления ABS, по данным датчиков угловой скорости колес, сравнивает тормозные усилия передних и задних колёс, а когда разница

между ними превышает заданную величину, включается алгоритм системы распределения тормозных усилий;

- электронная система управления давлением в гидравлической системе тормозов в случае экстренного торможения и недостаточного при этом усилия на педали тормоза самостоятельно повышает давление в тормозной магистрали быстрее человека;

- адаптивный круиз-контроль использует радар для сканирования пространства перед машиной, при минимизации дистанции электроника самостоятельно задействует тормоза;

- дополнительный индикатор системы, наблюдающий за перестроениями из ряда в ряд, своевременно предупредит водителя об опасности, даже в слепой зоне;

- приборы ночного видения распознают объекты в темноте раньше, чем они появятся в свете фар, что помогает избежать опасной ситуации на дороге;

- современные подушки безопасности, трехточечные ремни безопасности, усовершенствованные преднатяжители и ограничители нагрузки, смещающаяся по горизонтали рулевая колонка, валик в основании передних сидений для предотвращения подныривания под ремнем безопасности при фронтальном столкновении, смещающийся педальный узел, предотвращающий повреждение ног при столкновении, а также средства, которые предотвращают повреждение шеи при аварии, а также обеспечивают высокий уровень защиты водителя и пассажиров.

УДК 658:656.13

СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

Ю. І. Мельнікова, здобувач наукового ступеня кандидата економічних наук, старший викладач кафедри управління на транспорті
Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»,
м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: yulaskripa@mail.ru

Анотація. В роботі приводяться результати аналізу основних тенденцій розвитку транспортного комплексу України на прикладі автомобільного транспорту.

Ключові слова: транспортний комплекс, автомобільний транспорт, ринкові умови, конкурентоспроможність.

STATE AND PROBLEMS OF ENTERPRISES ACTIVITY OF UKRAINIAN MOTOR TRANSPORT

Y. Melnikova, Candidate for a degree of Ph.D. in Economics, Senior lecturer of Transportation Management Department

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: yulaskripa@mail.ru

Abstract. Results of progress analysis of a Ukraine transport complex of basic trends in-process on the example of motor transport are considered.

Keywords: transport complex, motor transport, market conditions, competitiveness.

Вступ. Транспорт відіграє вагоме значення у соціально-економічному розвитку України. Він несе синергійний ефект: з одного боку транспорт забезпечує зв'язок між суб'єктами підприємницької діяльності, тобто формує економічну інфраструктуру країни, яка є зовнішнім чинником рівня конкурентоспроможності підприємств, а з іншого – розвиток транспорту визначається обсягом замовлень інших галузей.

Мета роботи. Метою даної роботи є виявлення існуючих умов та особливостей розвитку транспортного комплексу України.

Матеріал і результати досліджень. Транспортний комплекс забезпечує умови життєдіяльності суспільства. Розвиток транспорту та інших галузей економіки взаємопов'язаний. Особливо ця прямопропорційна залежність спостерігалась під час економічної кризи 2008-2009 рр., так у 2009 р. було перевезено найменше вантажу (695,7 млн. т). Нажаль, до сих пір Україна не може надолужити обсяги перевезень 2007 р., у 2013 р. підприємствами транспорту було перевезено 757,6 млн. т., що складає 83,9% обсягу перевезень 2007 р. [1]. Всі виявлені тенденції та залежність від економічних явищ та процесів, що відбуваються в країні, стосуються також підприємств автомобільного транспорту.

Особливе значення у транспортному комплексі України відіграє автомобільний транспорт, яким у 2013р. було перевезено 24,2% загального обсягу вантажів та 50,5% пасажирів [1]. Але розвиток автомобільного транспорту супроводжується гальмуючими умовами, а саме:

- низький рівень розвитку транспортної інфраструктури України, який не відповідає потребам як вітчизняного так і міжнародного ринку: незадовільний стан доріг, дефіцит місць для відпочинку водіїв та стоянок для автомобілів;

- високий рівень корупції в транспортному комплексі, в тому числі і на митниці;

- відсутність цілеспрямованої автотранспортної політики в державі та механізмів розвитку галузі;

- брак інвестицій в транспортній галузі. У зв'язку з відносно низьким рівнем рентабельності, який за останні роки складає від 5 до 6% [1] та нестабільним соціально-економічним і політичним становищем країни спостерігається низька інвестиційна активність в транспортній галузі (у 2011 р. – 32516 млн. грн., 2012р.- 39635 млн. грн.).

Всі виявлені умови не тільки стають перепонами для стрімкого розвитку транспортної галузі, але і не дають можливості реалізувати потенціал України, як транзитної країни. За січень-вересень 2013 р. обсяг транзитних автомобільних перевезень склав 4043,6 тис. т. при загальному обсязі автомобільних перевезень 131,8 млн. т. [1]. Іноземні перевізники воліють перевозити вантаж через сусідні країни. Організація перевізного процесу через Україну призводить до зниження техніко-експлуатаційних показників роботи рухомого складу (тільки очікування в черзі при перетині митного кордону України складає від 1,5 до 3 діб). Тому іноземний перевізник складає маршрути руху автомобілів, оминаючи Україну. Отже, державна скарбниця недоотримує великі кошти.

Не зважаючи на існуючі негативні умови ринку, на даний момент автомобільний транспорт задовольняє потреби як підприємств, так і населення країни. Не дивлячись на непрості умови, вітчизняний ринок автомобільних перевезень є конкурентним. Але функціонування суб'єктів економіки в галузі транспорту супроводжується певними особливостями:

1. Переважна більшість перевізників є представниками малого бізнесу. На ринку України у 2010 р. нараховувалось майже 120 тис. ліцензованих перевізників [2]. У 2012 р. 91,4% від загальної кількості перевізників є малими підприємствами, 70,5% з яких є мікропідприємствами, і тільки 0,2% складають великі підприємства [1]. Наслідком цього є розрізненість учасників ринку, їх низький рівень конкурентоспроможності, брак коштів для розвитку бізнесу і т. д. ;

2. Низький рівень конкурентоспроможності вітчизняних перевізників на міжнародному ринку. Вагома доля вітчизняних підприємців не може вступити у конкурентну боротьбу з іноземними перевізниками через невідповідність діючим вимогам в інших країнах, які значно вищі за українські. Більш за все це стосується вимог до автомобілів за технічними та екологічними характеристиками. Отже, від марки рухомого складу та його стану залежить безпека та якість перевезень, екологічна безпека та рівень рентабельності перевезень;

3. Високий рівень аварійності. Автомобільний транспорт є найнебезпечнішим з усіх існуючих видів транспорту. Як видно з рис. 1, починаючи з

2009 р., спостерігається значне покращення ситуації щодо безпеки на дорогах і вулицях. Суттєве скорочення дорожньо-транспортних пригод (ДТП) є наслідком підвищення штрафів за порушення правил.

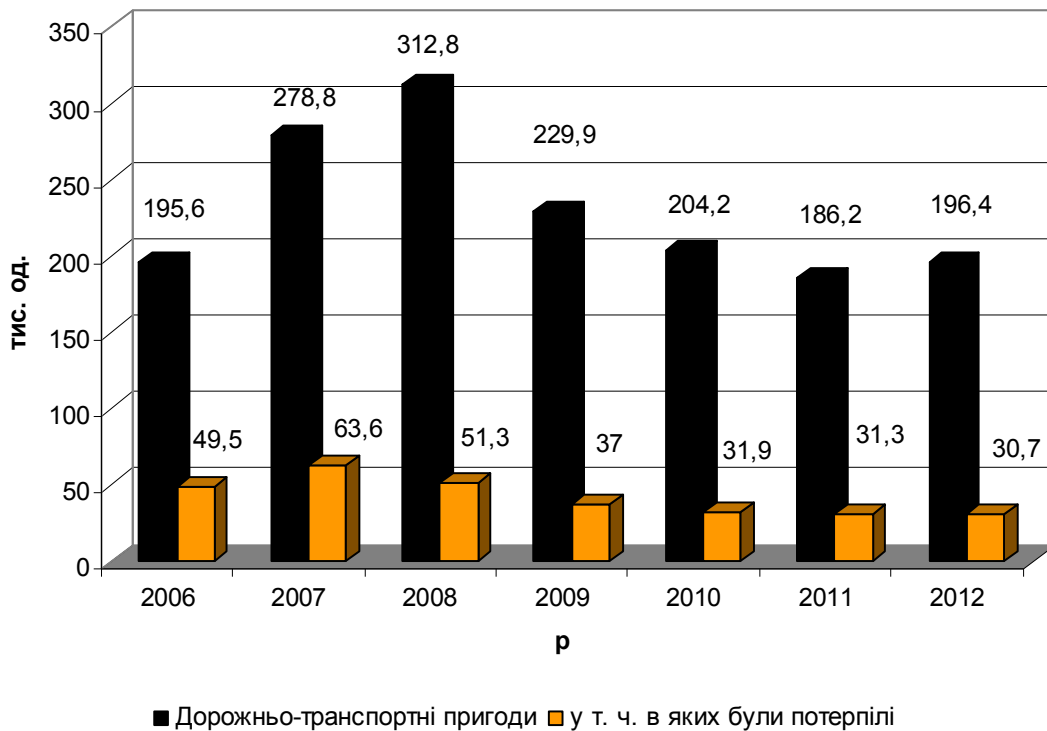


Рис. 1. Дорожньо-транспортні пригоди на дорогах і вулицях України за 2006-2012 рр

За останні п'ять років при зниженні кількості ДТП на 37,2% чисельність загиблих в ДТП скоротилась на 41,7%, а постраждалих – на 42,5% [1]. Але необхідно відмітити, що певна частина ДТП відбувається через незадовільний стан доріг або самих автомобілів;

4. Значний негативний вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище. У 2012 р. автомобільним транспортом було викинуто 2249 тис. т. забруднюючих речовин та діоксину вуглецю в атмосферне повітря, що складає майже 33% від загального обсягу викидів від усіх джерел забруднення. Як видно з рис. 3 обсяг викидів забруднюючих речовин зменшується, але розвиток транспортної галузі передбачає збільшення кількості автомобілів, тому для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище необхідно приділити увагу саме підвищенню енергоефективності конструкції рухомого складу, який буде оновлювати автомобільний парк України;

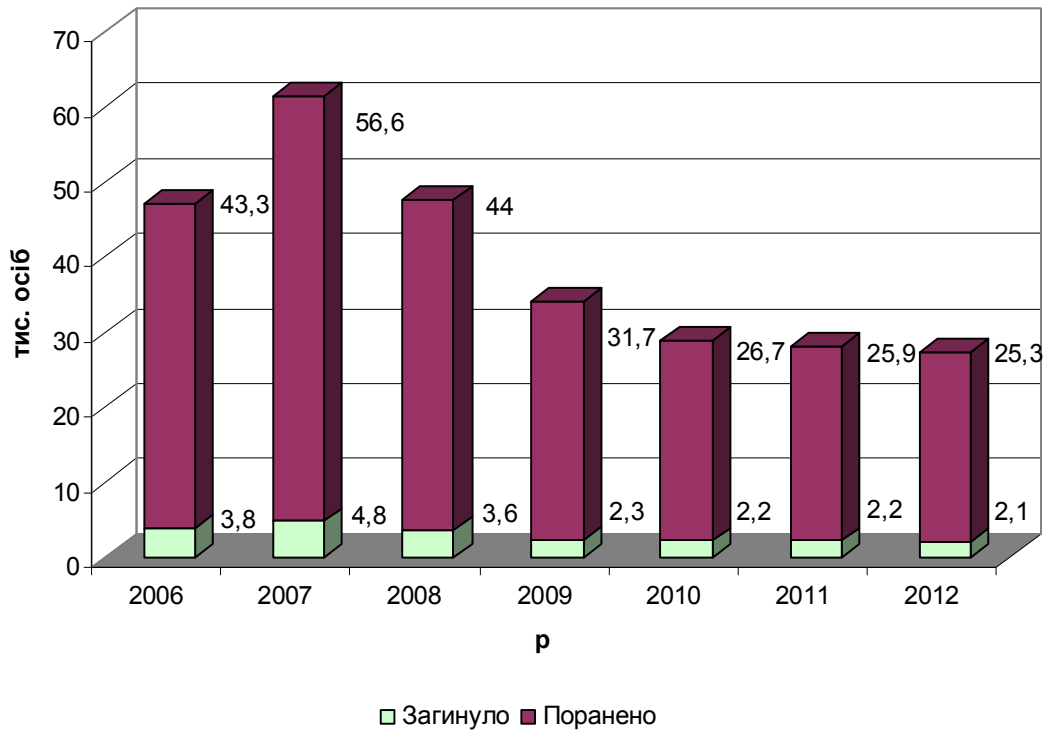


Рис. 2. Кількість загиблих і поранених внаслідок ДТП в Україні за 2006-2012рр

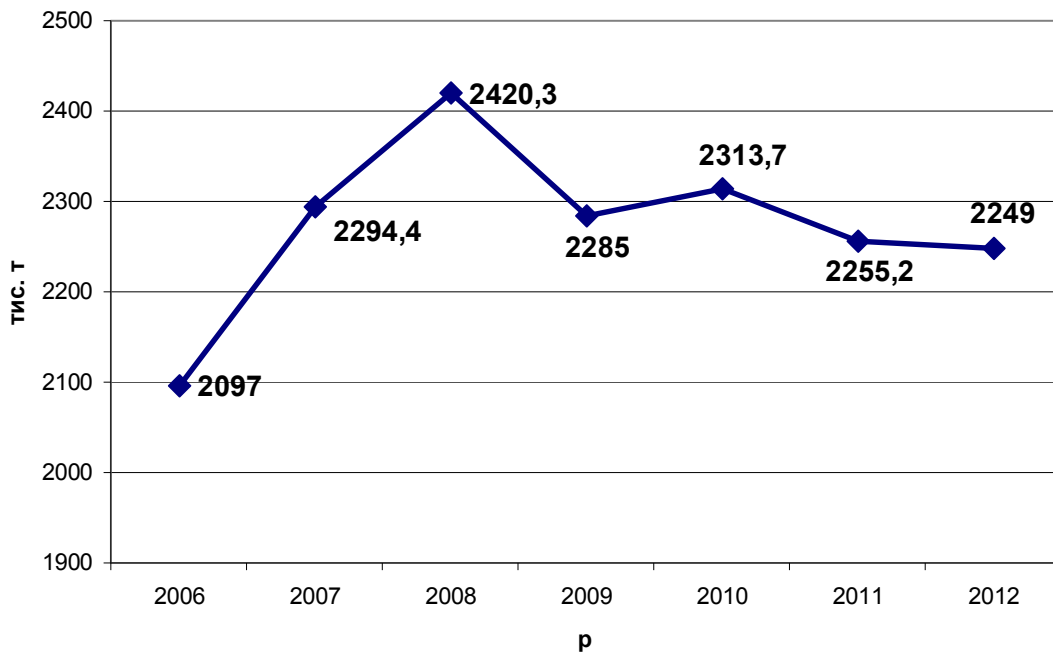


Рис. 3. Викиди забруднюючих речовин та діоксину вуглецю в атмосферне повітря автомобільним транспортом в Україні за 2006-2012 рр

5. Високий рівень зносу автомобільного парку України. Автомобіль для автотранспортного підприємства являє собою засіб праці, який відіграє

чільне значення у забезпеченні ефективного, якісного та безпечного переміщення вантажів або пасажирів. Розмір, структура та стан рухомого складу характеризує рівень виробничого потенціалу та конкурентоспроможності як автотранспортного підприємства, так і транспортного комплексу країни.

В транспортному комплексі України за останні десять років відбулись структурні та кількісні зміни. У 2011 р. автомобільний парк країни значно збільшився (рис. 4.). Але необхідно відмітити, що структура автомобільного парку не відповідає вимогам ринку, що склалися в країні, тому погіршується транспортне обслуговування та фінансові результати діяльності АТП.

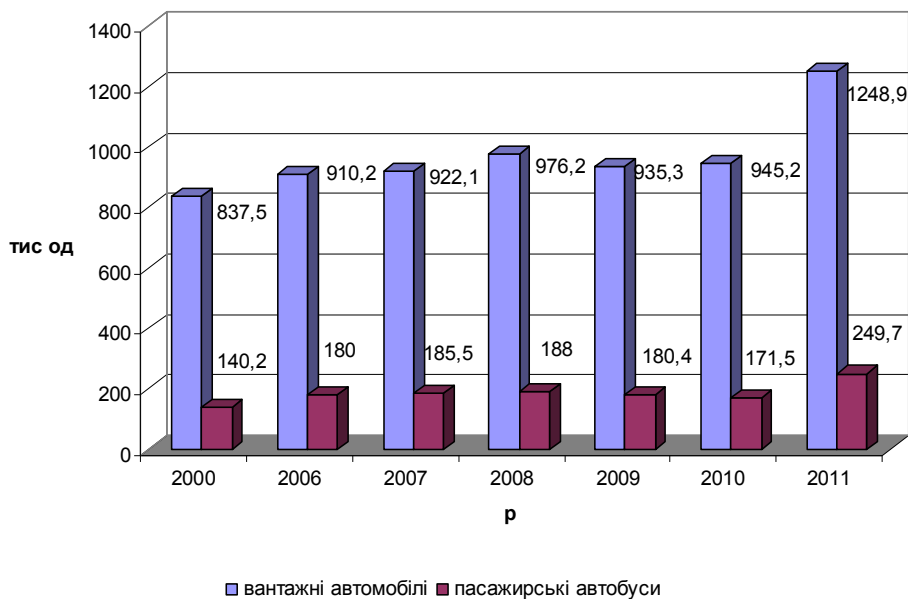


Рис. 4. Динаміка кількості автомобільного транспорту України

Автомобільний парк України характеризується не тільки нераціональністю за структурою і кількістю, а й високим рівнем зносу. Починаючи з 2008 р. ступінь зносу автомобілів приймає загрозливі значення (рис. 5). На фоні стрімкого старіння основних засобів транспортної галузі спостерігається стале гальмування оновлення рухомого складу. Доля введених в дію основних засобів у 2010 р наблизилась до нуля.

Для оновлення рухомого складу транспортної галузі існують певні перепони, які ми вже називали: обмеженість коштів у зв'язку з низьким рівнем прибутковості та несприятливими умовами кредитування представників малого бізнесу, слабка державна підтримка перевізників, низька інвестиційна привабливість галузі і т. д.

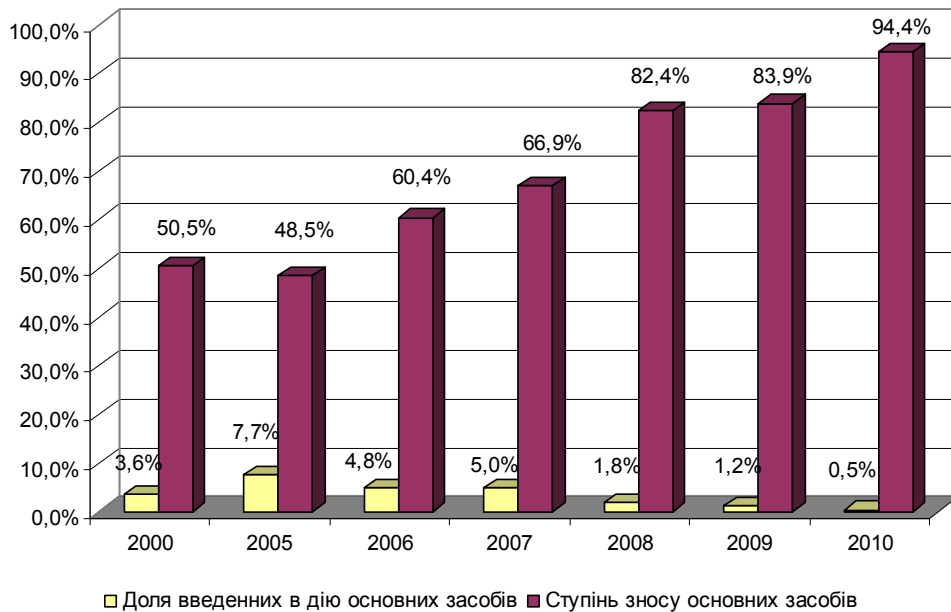


Рис. 5. Показники технічного стану основних засобів транспортної галузі України

б. Брак кваліфікованих, професійних кадрів. Від початку економічної кризи спостерігається стале скорочення населення зайнятого у транспортній галузі. Дефіцит у кваліфікованих і професійних водіях є болючим питанням для підприємств. У зв'язку з скороченням прибутковості, більшість підприємств не можуть запропонувати водіям заробітну плату, яка б відповідала ринковому попиту на дану професію.

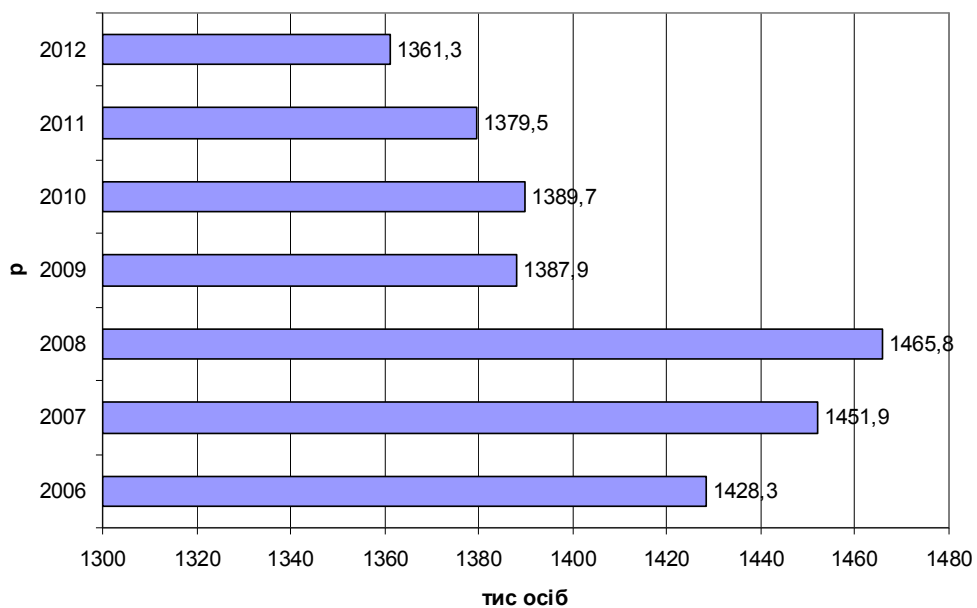


Рис. 6. Населення зайняте у транспортній галузі України

Висновки. Отже, підприємства автомобільного транспорту функціонують в умовах відсутності державної підтримки, браку інвестиційних коштів, що ускладнює процес розвитку транспортного комплексу країни. Одним з чільних факторів конкурентоспроможності перевізників є стан і кількість рухомого складу, який, на жаль, знаходиться у незадовільному стані. Тому оновлення автомобільного парку України є серйозною проблемою, рішення якою держава повинна приділити значну увагу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державний комітет статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України. – Режим доступу: <http://www.mtu.gov.ua>.

УДК 330.46

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕДІНКОВОЇ ЕКОНОМІКИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

І.Є. Семенча, доктор економічних наук, професор кафедри економічної кібернетики Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: semilon@ua.fm

Е.І. Боровська, студент групи ЕК-10-01 кафедри економічної кібернетики Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: b_elly@mail.ru

Анотація. В роботі приведені факти, що доводять актуальність досліджень в поведінковій економіці. Обґрунтовано вибір імітаційного моделювання для аналізу діяльності підприємства як системи та запропонована класифікація методів імітаційного моделювання. Систематизовані методи імітаційного моделювання з урахуванням рівня аналізу проблеми.

Ключові слова: поведінкова економіка, імітаційне моделювання, агентне моделювання, класифікація методів.

METHODS OF BEHAVIORIAL ECONOMICS MODELING IN ANALYSIS OF ENTERPRISE ACTIVITY

I.Y. Semenchа, Doctor of Economics Sciences, Professor of Economic Cybernetics Department
Dnepropetrovsk National University Oles Honchar, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: semilon@ua.fm

E. Borovs'ka, Student of group EK-10-01, Economic Cybernetics Department
Dnepropetrovsk National University Oles Honchar, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail:
b_elly@mail.ru

Abstract. In this article was proved the actuality of researching in behavioral economics, explained the choosing of simulation modeling and systemized methods of simulation modeling. This work could be used as basement for further researches in modeling enterprise activity from the point of behavioral economics view.

Keywords: behavioral economics, simulation modeling, agent modeling, method classification.

Введення. На сучасному етапі моделювання економічних процесів особливо важливим стає питання чіткої відповідності поведінки суб'єктів господарювання законам економічної теорії. Останнім часом поширилися емпіричні дослідження, що покликані оцінити існуючі теорії та адекватно описувати поведінку людей в економічних умовах, їх реагування на складні процеси соціально-економічного розвитку.

Завдяки цим дослідженням виникають нові концепції і розширення вже існуючих теорій, що більш адекватно характеризують економічну поведінку людей. Серед них виник цілий напрямок, що покликаний цілеспрямовано вирішувати такі завдання – поведінкова економіка. Вона вивчає вплив соціальних, когнітивних та емоціональних факторів на прийняття рішень та межі раціональності в поведінці економічних суб'єктів.

В процесі досліджень впливу психологічних факторів на прийняття рішень було проведено ряд експериментів серед людей з високим рівнем інтелекту та логічним мисленням. Було доведено, що людина при прийнятті рішення, хоча і є, по суті, раціональною, але діє в умовах «обмеженої раціональності», що суперечить, а подекуди загалом не відповідає класичним законам економічної поведінки та уявленням науковців про тенденції в реакціях людей на економічні зміни. Важливість цих досліджень є незаперечною, а підхід вже успішно застосується для аналізу та прогнозування поведінки економічних суб'єктів.

Але слід зазначити, що цей напрямок економічної теорії є ще мало вивченим та недостатньо адаптованим до сучасних вітчизняних економічних реалій. Саме тому продовження наукових досліджень у цій сфері вважаємо необхідними та актуальними.

В основу теорії про поведінкову економіку покладені праці, що були відзначені Нобелівськими преміями таких вчених, як: Моріс Алле, Герберт Саймон, Даніель Канеман. В їх роботах особлива увага приділяється важливості емпіричних досліджень законів економіки, формуються поняття

«поведінкова економіка» та «обмежена раціональність», вивчається вплив соціально-психологічних факторів на прийняття рішень.

Серед сучасних авторів, що опікуються розробкою даного напрямку, слід зазначити роботи [1-6], в яких піднімаються питання значення врахування психологічних аспектів в економічних процесах та розглядаються можливі напрямки та методологія їх застосування при розв'язанні різноманітних практичних завдань.

Вважаємо, що більшість вітчизняних досліджень в цьому напрямку спрямовані на просте використання вже існуючих підходів в поведінковій економіці до розв'язання прикладних завдань. Аналогічну думку можна знайти й, наприклад, у [7]. Карачина Н.П. наголошує, що особливістю досліджень в цьому напрямку є те, що вчені «значно менше уваги надають детермінації економічної поведінки підприємств, що потребує подальшого дослідження та наукового пошуку в цьому напрямку».

Мета роботи. Метою цієї роботи є огляд та узагальнення методів моделювання поведінкової економіки для раціонального застосування їх в подальшому при прийнятті рішень щодо діяльності підприємств.

Матеріал і результати досліджень. Як показує практика, діяльність підприємства може бути описана з різних точок зору. У табл. 1 пропонується класифікація підходів до моделювання.

Оскільки за завдання ставиться аналіз поведінкового аспекту економічної діяльності підприємства, то, на наш погляд, доречним буде використовувати методологію діяльнісного підходу до моделювання економічної поведінки підприємства.

Таблица 1 – Класифікація підходів до моделювання економічної діяльності

Назва підходу	Зміст підходу
Системний	Виявлення зв'язків елементів системи та впливу їх властивостей на систему в цілому
Структурно-функціональний	Виявлення структурних компонент та аналіз загальних функцій системи, які вони виконують
Діяльнісний	Розгляд діяльності цілої системи як сукупність більш простих дій та елементів
Синергетичний	Дослідження процесів самоорганізації та становлення нових упорядкованих структур

Крім того, необхідно чітко визначити зміст самого терміну «економічна поведінка» та ті його аспекти, які будуть адекватно описувати підбір методології її дослідження.

Отже, спираючись на аналіз, зроблений у [1, 2, 6 – 9], можливо виділити такі змістовні характеристики економічної поведінки:

- опис реакції сукупності людей;
- пов'язана із ситуаціями вибору;
- характеризується цілераціональними, прагматичними або соціально спрямованими діями;
- з орієнтацією на реалізацію певної моделі господарської активності;
- метою є розв'язання господарських проблем.

Таким чином, під економічною поведінкою будемо розуміти здатність господарюючого суб'єкта змінювати свої дії в залежності від зовнішніх соціально-економічних факторів та внутрішніх психофізичних установ з метою здійснення раціонального вибору в умовах економічної діяльності.

Економічну поведінку господарюючого суб'єкта можна умовно описати, виходячи з 4-х позицій наведених на рис. 1.

Говорячи про інструментарій моделювання поведінкової економіки з точки зору діяльнісного підходу, слід розуміти, що проведення саме такого за типом дослідження потребуватиме імітаційного моделювання системи, тому що в цьому випадку завданням стає саме імітація її діяльності за аналогом реального економічного життя. Застосування цього методу є доволі трудомістким процесом, але, на наше переконання, саме таким чином в результаті моделювання може бути адекватно відображена складно передбачувана поведінка господарюючого суб'єкта з урахуванням впливів зовнішніх та внутрішніх факторів різної потужності.

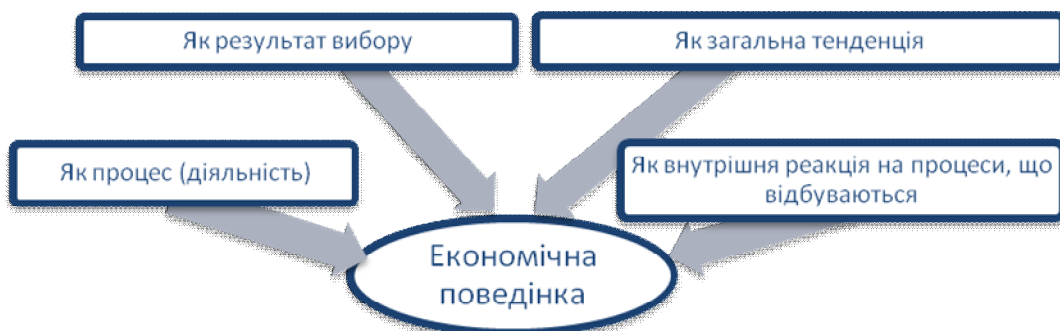


Рисунок 1 – Позиції опису економічної поведінки господарюючого суб'єкта (авторська розробка)

Існує декілька методів моделювання, які передбачають проведення імітацій:

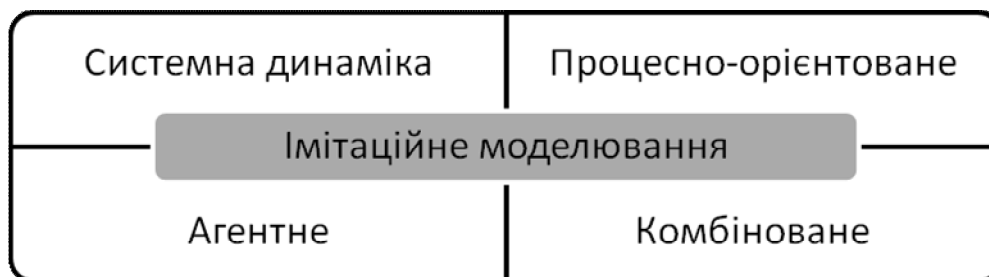


Рисунок 2 – Класифікація методів імітаційного моделювання економічних систем

Крім того, треба зазначити, що для моделювання поведінки як процесу слід використовувати процесно-орієнтоване моделювання, для моделювання економічної поведінки як тенденції – методи системної динаміки, а для моделювання внутрішніх реакцій системи використовувати агентне моделювання (рис. 1).

Перші два підходи є традиційними методами імітаційного моделювання, що виникли у 50-60 роках. Агентне моделювання (agent-based model (ABM)) – це відносно новий метод, який набув широкого використання тільки після 2000 року, але, як показує аналіз, наприклад, [10], вже встиг бути чисельно та успішно використаним у прикладних дослідженнях.

Такий вид моделювання почав розвиватися з 1990-х років в межах агентно-орієнтованого підходу. Даний підхід акцентує увагу на методах і алгоритмах, які допомагають інтелектуальному агенту виживати в середовищі під час виконання свого завдання. Тому за допомогою нього значно краще розв'язуються алгоритми пошуку і прийняття рішення.

Термін «інтелектуальний агент» трактується двояко. За однією трактовкою інтелектуальний агент — це програма, що самостійно виконує завдання, указане користувачем комп'ютера, протягом тривалих проміжків часу. Інтелектуальні агенти використовуються для сприяння операторові або для збирання інформації. В іншій інтерпретації під терміном «інтелектуальний агент» розуміють розумні сутності, що спостерігають за навколишнім середовищем і діють у ньому, при цьому їхня поведінка раціональна в тому значенні, що вони здатні до розуміння і їхні дії завжди спрямовані на досягнення якої-небудь мети. Такий агент може бути як роботом, так і вбудованою програмною системою.

У штучному інтелекті виділяють кілька типів агентів. Наприклад:

1. Фізичний агент — агент, що сприймає навколишній світ через деякі сенсори й діє за допомогою маніпуляторів.
2. Часовий агент — агент, що використовує інформацію, що змінюється з ходом часу, і пропонує деякі дії або надає дані комп'ютерній програмі або людині, і отримує інформацію через програмний ввід.

Усіх агентів можна розділити на п'ять груп за типом обробки сприйманої інформації:

- агенти з простою поведінкою;
- агенти з поведінкою, заснованою на моделі;
- цілеспрямовані агенти;
- практичні агенти;
- агенти, що навчаються.

Сукупність господарюючих суб'єктів є інтелектуальною системою, заснованою на знаннях, метою якої є визначення моделі дійсності власного чи загального економічного стану. Якщо виникає завдання дослідити характер її активності, або отримати можливість подальшого прогнозування поведінки й розвитку невизначеності, розмитості, нечіткості знань, то це потребує досліджень, що описують багатоагентні системи.

Основним завданням дослідника в агентному моделюванні є опис структури та поведінки агентів. Суть агентного моделювання полягає в тому, що локальна поведінка агентів, працюючих за власними правилами, формує глобальні закони функціонування [11]. Тобто, характерною рисою агентів є децентралізація. На відміну від системної динаміки або процесно-орієнтованого моделювання, тут не має місця, де б централізовано визначалась поведінка системи в цілому. Замість цього аналітик визначає поведінку на індивідуальному рівні, а глобальна поведінка виникає як результат діяльності багатьох агентів [12], тому агентне моделювання називають ще моделюванням «знизу вгору».

У якості прикладу можна привести моделювання ринку споживачів. В умовах конкурентного та динамічного середовища вибір споживачів залежить не тільки від властивостей товару та його реклами, але й від індивідуальних особливостей покупця, ступеню його активності, мережі контактів, а також зовнішніх впливів, що краще за все описуються за допомогою агентного моделювання. Саме тому, що агентне моделювання є мало вивченим, але вже доволі часто використовуваним методом, дослідження у цьому напрямі є особливо актуальні, й, особливо, з боку українських вчених.

Важливим вважаємо й те, що при описі такої системи треба враховувати рівень абстракції, на якому виконується моделювання та рівень задачі, що розглядається. Так системна динаміка використовує високий рівень абстракції та використовується в основному для задач стратегічного рівня. Процесно-орієнтоване моделювання використовується, в основному, на операційному та тактичному рівні. Агентні моделі можуть використовуватися на будь-якому рівні абстракції: агент може бути компанією на ринку,

покупцем, проектом, ідеєю, транспортним засобом, пішоходом, роботом і т.п.[13].

Необхідно звернути увагу й на те, що найбільш оптимальним варіантом у більшості випадків буде поєднання декількох методів імітаційного моделювання в дослідженні проблеми, тобто, комбінована модель (наприклад, як у [14]). Або процес моделювання потребуватиме порівняння й аналіз отриманих результатів за різними моделями.

Висновки. Таким чином, в даній статті приведені факти, що доводять актуальність досліджень в поведінковій економіці. Було обґрунтовано доцільність застосування діяльнісного підходу при моделюванні та вибір саме імітацій для аналізу економічної поведінки підприємства як системи. Узагальнено визначення терміну «економічна поведінка» дало змогу систематизувати методи імітаційного моделювання з урахуванням рівня аналізу проблеми у єдину класифікацію.

Дане дослідження у подальшому може бути використане у якості загального огляду проблемних питань, що потребуватимуть вирішення при проведенні моделювання економічної діяльності підприємства з точки зору поведінкового аспекту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ариели Д. Поведенческая экономика. Почему люди ведут себя иррационально и как заработать на этом / Дэн Ариели. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 296 с.
2. Капелюшников Р.И. Поведенческая экономика и новый патернализм: [Электронный ресурс] / Р.И. Капелюшников. – Режим доступа : <http://polit.ru/article/2013/11/12/paternalism/>
3. Земцова Л.В. Моделирование человеческих отношений с помощью теории игр: [Электронный ресурс] / Л.В. Земцова. – Режим доступа : http://www.elitarium.ru/2014/02/14/modelirovanie_otnoshenij_teorija_igr.html
4. Шабанова М.А. Знать и понимать людей — это экономически выгодно: [Электронный ресурс] / М.А. Шабанова. – Режим доступа : http://www.elitarium.ru/2013/10/11/znat_ponimat_ljudej_ekonomicheski_vygodno.html
5. Райзберг Б.А. Экономика слов, чисел, рассуждений и мнений: [Электронный ресурс] / Б.А. Райзберг. – Режим доступа : http://www.elitarium.ru/2012/08/03/ekonomika_slov_chisel_rassuzhdenij_mnenij.html
6. Ілляшенко П. Поведінкова економіка про ілюзію "причина – наслідок": [Електронний ресурс] / П. Ілляшенко. – Режим доступу : <http://innovations.com.ua/ua/articles/finance/17951/povedinkova-ekonomika-pro-ilyuziyu-prichina-naslidok>
7. Карачина Н.П. Економічна поведінка: еволюційний аспект в історії наукових течій: [Електронний ресурс] / Н.П. Карачина // Мат-ли наукової конференції «Соціум. Наука. Культура» – Режим доступу : <http://intkonf.org/ken-dots-karachina-np-ekonomichna-povedinka-evolyutsiyniy-aspekt-v-istoriyi-naukovih-techiy/>

8. Економічна поведінка: [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://gorodenok.com/економічна-поведінка-що-таке-економі/>
9. Курс лекцій з економічної соціології: [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.soc-education.com/konspekt-lekcij-z-ekonomichno-soczolog/305-ekonomichna-svidomist-i-ekonomichna-povedinka.html>
10. Сайт компанії «The AnyLogic Company»: [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.anylogic.ru/about-us>
11. Митраков А.А. Подходы к построению систем агентного моделирования / А.А. Митраков // Збірник наукових праць Пермського ДНДУ. – Пермь, 2011. – 15 с.
12. Борщев А. В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика / А.В. Борщев // Пленарные доклады ИММОД. – Санкт-Петербург, 2005. – 24 с.
13. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5: Навч. посібник / Ю.Г. Карпов. – Санкт-Петербург, 2005. – 403 с.
14. Семенча І.Є. Функціонування керуючої системи підприємства: теоретичні основи та моделювання: монографія. / І.Є. Семенча. – Дніпропетровськ : Біла К.О., 2012. – 276 с.

УДК 338.242.4

АНАЛІЗ СТАНУ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ В УКРАЇНІ

І.Є. Семенча, доктор економічних наук, професор кафедри економічної кібернетики Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: semilon@ua.fm

Д.В. Коростієнко, студент групи ЕК-10-1 кафедри економічної кібернетики Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: 1wowan1@gmail.com

Анотація. Проаналізовано становище України серед інших країн світу щодо формування інноваційної політики, необхідні кроки щодо її ефективного впровадження в діяльність вітчизняних підприємств. Запропонований можливий шлях в покращенні інноваційного стану економіки України.

Ключові слова: інноваційна політика, підприємництво, аналіз стану, шляхи розвитку.

THE ANALYSIS OF THE CONDITION OF WORKING OUT AND INTRODUCTION OF INNOVATIONS IN UKRAINE

I.Y. Semencha, Doctor of Economics Sciences, Professor of Economic Cybernetics Department Dnepropetrovsk National University Oles Honchar, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: semilon@ua.fm

D.V. Korostienko, Student of group EK-10-1, Economic Cybernetics Department
Dnepropetrovsk National University Oles Honchar, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail:
1wowan1@gmail.com

Abstract. The condition of Ukraine among other countries of the world concerning formation of an investment policy, its way effective applications in activity of the enterprises is analyzed. The way of improvement of innovative state of the economy of Ukraine is offered.

Keywords: the innovative policy, business, the analysis of a condition, development way.

Введення. Сьогодні склалась непроста ситуація щодо розробки та впровадження інновацій на українських підприємствах. Інноваційні процеси дуже слабо стимулюються органами управління. Це викликає таку ситуацію, коли українські підприємства не готові до прогресивного розвитку за рахунок впровадження нових технологій та розробок: більша їх частина розвивається екстенсивним шляхом, що в еру інформаційних технологій є вкрай неефективним.

Аналіз наукової думки стосовно особливостей інноваційних процесів та їх значимості для ефективного функціонування вітчизняних підприємств показав, що питання, пов'язані з цією тематикою, достатньо теоретично розроблені, а проблеми, які виникають на кожному з етапів їх налагодження, чітко визначені, зокрема в працях Медведкіна Т.С., Череп А.В., Васильєва С.І., Сидорчук І.П. та інших [1–3].

Але, не зважаючи на такий стан розробки питання та зазначення його актуальності, практики вказують на реально низький темп покращення ситуації. Наприклад, інженер-проектувальник 1-ої категорії ТОВ НВП «Системавтоматика» Крикуненко Д.О. підкреслює [4, С. 47], що «сучасні компанії ведуть свою діяльність у надзвичайно складних умовах: зниження попиту на продукцію, високий рівень конкуренції, позики під високі відсоткові ставки. Це означає, що кожне підприємство, яке прагне залишатися стабільним, повинно стати новатором, але про творчу працю персоналу та стимулювання інноваційної діяльності керівники компаній не думають і намагаються врятувати власні прибутки за допомогою зменшення непрямих витрат. Зміни в управлінні на більш авторитарні варіанти стали частиною нових корпоративних бізнес-правил».

Мета роботи. Метою дослідження є збір та групування інформації щодо стану інноваційної діяльності в Україні для її аналізу й усвідомлення шляхів подальшого прогресивного розвитку та поступової організації відповідних дій.

Матеріал і результати досліджень. Для об'єктивної оцінки розвиненості інноваційних процесів в країні світова спільнота використовує Глобальний інноваційний індекс. Це узагальнений показник вимірювання рівня інновацій в країні, розроблений Бостонською консалтинговою групою, Національною асоціацією виробників та Інститутом Виробництва [5]. Цей показник враховує загальні інноваційні витрати (розглядається фіскальна політика держави, політика щодо освіти та інноваційної інфраструктури) та інноваційну ефективність (враховується кількість патентів, передача технологій, ефективність підприємницької діяльності, продуктивність праці, економічний зріст та ін.).

За результатами оцінки Глобального інноваційного індексу у 2012 році Україна посіла 64 місце, поряд з Панамою та Єгиптом. Для порівняння: Росія – 49 місце, Великобританія – 15, США – 8. На першому місці – Сінгапур. Слід підкреслити, що оцінки вище України отримані не тільки визнано розвинутими країнами західної Європи та Сходу (наприклад, Корею, Японію, КНР, тощо), але й переважно острівними державами, що експортують нафту, з населенням не більше двох мільйонів (Тринідад і Тобаго, Бахрейн, Катар, Маврикій, Кувейт)[5].

Розглянувши проблемне зовнішнє становище інноваційної складової економіки країни на світовій арені, перейдемо до внутрішнього огляду. Державна служба статистики звітує, що питома вага інноваційної продукції в обсязі реалізованої промислової падає майже у 2 рази за 10 років, з 7% у 2002 р. до 3.3 у 2012 р. [5].

Також не збільшувалась питома вага підприємств, що займалися розробкою інновацій в Україні (18% у 2000 р. проти 17.3% у 2012 р.) та впроваджували їх у свою діяльність (14.8% у 2000 р. проти 13.6% у 2012 р.) [4,7,8]. Загальний стан динаміки щодо використання інноваційної діяльності в Україні у 2000 – 2012 рр. показано у табл. 1.

Як бачимо з даних табл. 1, за цей період спостерігається повільне зростання кількості впроваджених технологічних процесів, частка ресурсозберігаючих та маловідходних технологій з кожним роком падає, щорічно загострюючи питання та збільшуючи ризики неможливості оновлення конкурентоспроможного стану підприємств реального сектору економіки. Це, на наш погляд, зумовлене недостатнім державним фінансуванням інноваційного розвитку вітчизняних підприємств, недосконалою та погано налаштованою на інноваційну стратегію діяльності підприємств законодавчою базою, загальним кризовим станом країни та пригніченням середнього та малого бізнесу. Все це важливі фактори, що спричинили сучасну застійну ситуацію в інноваційному оновленні підприємництва в Україні.

Таблиця 1 – Динаміка використання інноваційної діяльності в Україні у 2000 – 2012 рр.[5]

Роки	Питома вага підприємств, що займалися інноваціями, %	Питома вага підприємств, що впроваджували інновації, %	Впроваджено нових технологічних процесів, проц.	ут.ч. маловідходні, ресурсозберігаючі	Освоєно виробництво інноваційних (до 2003р. - нових) видів продукції, найменувань	з них нові види техніки	Питома вага реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової, %
2000	18	14,8	1403	430	15323	631	
2001	16,5	14,3	1421	469	19484	610	6,8
2002	18	14,6	1142	430	22847	520	7
2003	15,1	11,5	1482	606	7416	710	5,6
2004	13,7	10	1727	645	3978	769	5,8
2005	11,9	8,2	1808	690	3152	657	6,5
2006	11,2	10	1145	424	2408	786	6,7
2007	14,2	11,5	1419	634	2526	881	6,7
2008	13	10,8	1647	680	2446	758	5,9
2009	12,8	10,7	1893	753	2685	641	4,8
2010	13,8	11,5	2043	479	2408	663	3,8
2011	16,2	12,8	2510	517	3238	897	3,8
2012	17,4	13,6	2188	554	3403	942	3,3

На відміну від вітчизняного стану щодо інновацій, країн із розвинутою економікою вже давно застосовують розумну прогресивну політику щодо інноваційного прогресу, його стимулювання та заохочення. Застосування податкових пільг, фактичне зниження видатків від 3-8% до 45-50% через скасування або зменшення деяких видів податків та соціальних виплат підприємством державі формують цілісну інноваційну державну політику. За допомогою неї суттєві витрати підприємства на розвиток та впровадження своїх інновацій компенсуються меншим обсягом витрат на податки та соціальні виплати [8]. Нажаль, в Україні така практика мало того, що широко не використовується, так і замість того, щоб стимулювати розвиток, додатковий тиск придушує більшість підприємницький та наукових ініціатив. Переважають дотаційні програми, пролоббійовані зацікавленими у парламенті олігархічними групами. Крім того, 16 технопарків, що створені в Україні, не можуть працювати повноцінно під тягарем законів і податків. Вважаємо за доцільне реформувати законодавчу базу шляхом адаптування аналогічних законів інших, більш розвинутих країн, але з найбільш схожими умовами роботи підприємства.

Маючи велику кількість різноманітних природних ресурсів, починаючи з родючої землі і закінчуючи металами, Україна може розвиватися в бік високотехнологічної економіки, заснованої, наприклад, на експорті екологічно чистих натуральних продуктів, для чого є всі передумови. Достатні інвестиції в аграрний сектор та розумно сформована політика щодо інноваційного сектору, на нашу думку, зможуть сприяти уже швидкої окупності, тому що вирощування екологічно чистої продукції стимулюватиме експорт та підвищуватиме конкурентоспроможність вітчизняної сільгосппродукції на ринках Євроспілки. Такий напрям, що необачно не розвивається, зміг би стати початком активного просування вітчизняного продукту на міжнародні ринки, як це сталося, наприклад, із В'єтнамом.

Висновки. Отже, в ході дослідження було проаналізовано становище України серед інших країн світу щодо формування інноваційної політики, необхідні кроки щодо її ефективного впровадження в діяльність вітчизняних підприємств, а також внутрішні передумови розвитку інновацій. У якості прикладу запропонований можливий шлях в покращенні інноваційного стану економіки – вирощування та реалізація екологічно чистої сільгосппродукції, орієнтованої на експорт.

Вважаємо, що подальшим кроком повинна стати розробка дієвого механізму усунення протиріч між теоретичними та практичними підходами в процесі впровадження інноваційних розробок в діяльність вітчизняних підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Медведкін Т.С. Інноваційний розвиток економіки України в контексті глобалізації світового ринку технологій: автореф. дис. канд. екон. наук : спец. 08.05.01 / Т.С. Медведкін. – Донецьк, 2005. – 20 с.
2. Череп А.В. Розвиток інноваційної діяльності в сучасних умовах:[Електронний ресурс] / А.В. Череп, С.І. Васильєва. – Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=134>
3. Сидорчук І.П. Оцінка сучасного стану інноваційного розвитку промислових підприємств України:[Електронний ресурс] / І.П. Сидорчук. – Режим доступу: <http://ecj.oa.edu.ua/articles/2013/n23/44.pdf>
4. Крикуненко Д.О. Проблеми впровадження інновацій на підприємствах / Д.О. Крикуненко // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2011. – № 4, Т. 1. – С. 45–49.
5. Глобальний інноваційний індекс:[Електронний ресурс] / Вікіпедія. – Режим доступу: http://ru.wikipedia.org/wiki/Глобальный_инновационный_индекс
6. Офіційний сайт Державного комітету статистики України: [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>
7. Кирильчук В.В. Не інноваційна Україна: [Електронний ресурс] / В.В. Кирильчук. – Режим доступу: http://3222.ua/ru/article/ne_nnovatsyna_ukrana.htm

8. Молдован О. Дестимулюючі пільги: [Електронний ресурс] / О. Молдован. – Режим доступу: <http://gazeta.zn.ua/macrolevel/destimuliruyuschie-lgoty-.html>

УДК 51:622.276

ЛОЖНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

Р.И. Миннулина, БГРв-12-11 студент

филиала ФГБОУ ВПО «Уфимского государственного технического университета» в г. Октябрьском, Россия, e-mail: minnulina-regina@mail.ru

К.Ф. Габдрахманова, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных технологий, математики и естественных наук

Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимского государственного технического университета» в г. Октябрьском, Россия, e-mail: klara47@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается явление ложной корреляции на примере изменения стоимости дизельного топлива и температуры воздуха в определенный момент времени. Просматривается зависимость изменения стоимости литра топлива от температуры воздуха в период времени с 28 января по 10 февраля 2014 года. В результате расчетов выявлена статистическая зависимость между стоимостью топлива и температуры воздуха.

Ключевые слова: корреляция, ложная корреляция, коэффициенты корреляции, отрицательная корреляция, положительная корреляция, ложная корреляционная зависимость.

SPURIOUS CORRELATION

R.I. Minnulina, Student of group BGRv-12-11

branch FGBOU VPO "Ufa State Oil Technical University" in the Oktyabrsky, Russia, e-mail: minnulina-regina@mail.ru

K.F. Gabdrakhmanova, Associate Professor, Department of Information Technology, Mathematics and Science

branch FGBOU VPO "Ufa State Oil Technical University" in the Oktyabrsky, Russia, e-mail: klara47@mail.ru

Abstract. This article discusses the phenomenon of false correlations as an example of changes in value of diesel fuel and the air temperature at a certain time. Browsing the dependence of the cost of a liter of fuel to air temperature in the period from January 28 to February 10, 2014. The calculations revealed a statistical relationship between the cost of fuel and air temperature.

Keywords: correlation, spurious correlation, correlation coefficients, negative correlation, positive correlation, a false correlation.

Введение. Корреляция — статистическая взаимосвязь двух или нескольких случайных величин (либо величин, которые можно с некоторой допустимой степенью точности считать таковыми) [1, 2]. При этом изменения значений одной или нескольких из этих величин сопутствуют систематическому изменению значений другой или других величин. Математической мерой корреляции двух случайных величин служит корреляционное отношение η , либо коэффициент корреляции R (или r). В случае, если изменение одной случайной величины не ведёт к закономерному изменению другой случайной величины, но приводит к изменению другой статистической характеристики данной случайной величины, то подобная связь не считается корреляционной.

Некоторые виды коэффициентов корреляции могут быть положительными или отрицательными. В первом случае мы можем определить только наличие или отсутствие связи, а во втором — также и её направление. Если предполагается, что на значениях переменных задано отношение строгого порядка, то отрицательная корреляция — корреляция, при которой увеличение одной переменной связано с уменьшением другой. При этом коэффициент корреляции будет отрицательным. Положительная корреляция в таких условиях — это такая связь, при которой увеличение одной переменной связано с увеличением другой переменной. Возможна также ситуация отсутствия статистической взаимосвязи — например, для независимых случайных величин.

Также существует явление ложной корреляции. Корреляция, которая возникла не в результате прямого соотношения между оцениваемыми переменными, а в результате их связей с третьей переменной (или четвертой, или более), при которой нет никакой связи, объединяющей эти переменные, называется ложной корреляцией. Пример ложной корреляции между приемом на работу новых менеджеров и созданием новых производственных мощностей. Возможно, именно менеджеры являются «причиной» капиталовложений в новые производственные мощности? Или же, наоборот, создание новых производственных мощностей послужило «причиной» приема на работу новых менеджеров?

Отдельную проблему представляет так называемая «ложная корреляционная зависимость», проявляющаяся в корреляционной связи между переменными, которые заведомо не могут взаимно обуславливать друг друга. Причиной обычно является наличие некоего неучтенного в анализе фактора, который влияет на каждую из исследуемых переменных. Ложные корреляции, так же, как вызывающие их факторы, могут быть выявлены только в результате глубокого теоретического анализа структуры связей между переменными.

Рассмотрим явление ложной корреляции на примере изменения стоимости дизельного топлива и температуры воздуха в определенный момент времени.

Целью данного исследования является выявление статистической зависимости ложной корреляции.

Материал и результаты исследований. Проследим зависимость изменения стоимости литра топлива от температуры воздуха в период времени с 28 января по 10 февраля 2014 года.

Для начала, нужно найти коэффициент корреляции $r(x; y)$. Для этого строим таблицу с данными: t , цена. Пусть t – это значение X , цена - это значение Y . Построим таблицу (Табл.1).

Расчеты ведем по формулам [3, 4]:

- 1) $r(x; y) = S(x; y) / \sqrt{S^2(x) * S^2(y)}$; где $n = 9$;
- 2) дисперсия $S^2(x) = 1/n * \sum(x_i - x_{cp})^2$; где $n = 9$ (так как 9 дней);
- 3) $x_{cp} = 20,77777778$;
- 4) $y_{cp} = 30,07222222$;
- 5) $x * y_{cp} = 624,646667$;
- 6) выборочная ковариация $S(x; y) = 4,71109801$;
- 7) $x^2_{cp} = 431,716049$;
- 8) $(x)_{cp}^2 = 411,987654$;
- 9) $S^2(x) = 22,1944445$;
- 10) $y^2_{cp} = 1116,9347$;

Таблица 1.

Период времени с 28 января по 10 февраля	Температура (x), °C	Цена (y), руб./л	$x*y$	x^2	y^2
10	15	30,22	453,30	225	913
7	24	30,22	725,28	576	913
6	20	30,24	604,80	400	914
5	16	30,24	483,84	256	914
4	18	29,76	535,68	324	885
3	17	30,03	510,51	289	901
31	24	30,01	720,24	576	900
29	29	29,97	869,13	841	898
28	24	29,96	719,04	576	897
Сумма	187	270,65	5621,82	4063	8135

11) $(y)_{cp}^2 = 1116,90957$;

12) $S^2(y) = 0,02826945$; $r(x; y) = 0,94759408$.

Величина коэффициента корреляции свидетельствуют о тесной практически линейной прямой статистической зависимости стоимости литра топлива от изменения температуры воздуха.

Вывод. Задача научного исследования состоит в отыскании причинных зависимостей, выявлении истинных причин. Но корреляция как формальное статистическое понятие сама по себе не вскрывает причинного характера связи. С помощью корреляционного анализа нельзя указать, какую переменную принимать в качестве причины, а какую – в качестве следствия, это дело исследователя.

Иногда при наличии корреляционной связи ни одна из переменных не может рассматриваться причиной другой. В некоторых случаях возможна ложная корреляция (нонсенс-корреляция), т.е. чисто формальная связь между переменными, не находящая никакого объяснения и основанная лишь на количественном соотношении между ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов / В.Е. Гмурман. — 10-е изд., стер. — Москва: Высшая школа, 2004. — 479 с.
2. Елисеева, И. И. Общая теория статистики: учебник / И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев; под ред. И. И. Елисеевой. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Финансы и Статистика, 2002. — 480 с.
3. Общая теория статистики: учебник / под ред. Р. А. Шмойловой. — 3-е изд., перераб. — Москва: Финансы и Статистика, 2002. — 560 с.
4. Эконометрия / В.И. Суслов [и др.]. — Новосибирск: СО РАН, 2005. — 744 с.

УДК 622.276

МЕТОД НОМОГРАММ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕСУРСНОЙ БАЗЫ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

А.А. Волкова, студент группы БГРв-12-11
филиала ФГБОУ ВПО «Уфимского государственного технического университета» в г. Октябрьском, Россия, e-mail: alina.volk@gip.ru

К.Ф. Габдрахманова, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных технологий, математики и естественных наук
Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимского государственного технического университета» в г. Октябрьском, Россия, e-mail: klara47@mail.ru

Аннотация. На примере нефтяных и газовых объектов в пределах территории Татарстана и Башкортостана рассмотрены результаты, проведенные методом номограмм для определения эффективности ресурсной базы углеводородного сырья от геолого-

промысловых исследований.

Ключевые слова: нефть, газ, ресурсная база, номограмма.

METHOD NOMOGRAM HYDROCARBON RESOURCE BASE

A.A. Volkova, student of group BGRv-12-11

branch FGBOU VPO "Ufa State Oil Technical University" in the Oktyabrsky, Russia, e-mail: alina.volk@qip.ru

K.F. Gabdrakhmanova, Associate Professor, Department of Information Technology, Mathematics and Science

branch FGBOU VPO "Ufa State Oil Technical University" in the Oktyabrsky, Russia, e-mail: mklara47@mail.ru

Abstract. On the example of oil and gas, facilities within the territory of Tatarstan and Bashkortostan reviewed the results conducted by the nomogram for determining the efficiency of the hydrocarbon resource base of geological field research.

Keywords: oil, gas, natural resources, nomogram.

Введение. Для того чтобы выявить эффективность нефтедобычи необходимы инструменты анализа этих явлений среди множеств инструментов мы выделили метод номограмм который на наш взгляд является наиболее перспективными и эффективными. В нашей статье мы рассматриваем метод номограмм на месторождениях Татарстана и Башкортостана.

Номография – это раздел математики, в котором изучаются способы графического представления функциональных зависимостей. Получающиеся при этом чертежи называют номограммами. Каждая номограмма строится для определенной функциональной зависимости в заданных пределах изменения переменных. На номограммах вычислительная работа заменяется выполнением простейших геометрических операций, указанных в ключе пользования номограммой, и считыванием ответов.

Материал и результаты исследований. Точность получения ответов по номограммам зависит от вида номографированной зависимости, пределов изменения переменных, размеров чертежа и выбранного типа номограммы. В среднем номограммы могут обеспечить получение ответов с 2-3 верными значащими цифрами. Когда точность номограмм недостаточна, их можно использовать для прикидочных расчетов, для нахождения нулевых приближений, для контроля вычислений с целью обнаружения грубых ошибок [1].

Значения переменных изображают на номограммах или точками, или линиями. Значение переменного, приписанное точке (линии), называется

пометкой точки (линии), а сама точка (линия) называется помеченной точкой (линией). Область изменения переменного изображается на номограмме или совокупностью помеченных точек, которая называется шкалой переменного или однопараметрическим семейством помеченных линий. Для нахождения на шкале точек по их пометкам и значений пометок по заданным точкам шкалы градуируются системой штрихов, указывающих на отдельные точки шкалы. У некоторых штрихов надписываются значения пометок точек. Соответствие между точками шкалы, не отмеченными штрихами и их пометками, устанавливается линейной интерполяцией, которая выполняется на номограмме на глаз. В семействе линий проводят также лишь отдельные линии, остальные находят интерполяцией. При изображении значений переменных точками, наряду со шкалами, в номограммах применяют бинарные поля. Бинарное поле является изображением области изменения двух переменных и состоит из точек, каждой из которых поставлена в соответствие пара чисел — приписано две пометки: пометка первого переменного, и пометка второго переменного. Точки бинарного поля заполняют двумерную область.

Наиболее распространены следующие номограммы: из выровненных точек, сетчатые и транспарантные

Номограммы можно применять и для исследования функциональных зависимостей, положенных в их основу. Часто такое исследование выполняется на номограммах значительно проще и нагляднее, чем иными способами [3]. С помощью номограмм можно исследовать влияние различных переменных на искомую переменную, дать наглядную геометрическую интерпретацию каким-либо ранее известным свойствам данной зависимости, установить ранее неизвестные ее особенности. Номографические методы исследования можно, направлять, применять в задачах на подбор параметров эмпирических формул по результатам наблюдений, на аппроксимацию одной функции другой, на нахождение экстремальных значений функции.

На наш взгляд более эффективным является метод номограмм для определения запасов углеводородного сырья. Его реализация упрощается тем, что часть параметров макроэкономической среды жестко зафиксирована.

При построении номограмм следует отразить возможные вариации всего трех геолого-промысловых характеристик — величины извлекаемых запасов, начального рабочего дебита скважин, глубины залегания.

Очевидно, что отразить зависимость показателей эффективности одновременно от нескольких (более двух) факторов невозможно или проблематично с точки зрения их восприятия (как известно, многомерные за-

висимости трудно визуализируются, поэтому требуется минимизация признакового пространства).

Предложим наиболее универсальную форму построения данных номограмм, подтверждающих высокую эффективность на практике с построением зависимостей показателей эффективности не от каждого из перечисленных геолого-промысловых показателей, а от комплексного параметра, отражающего их совокупное влияние.

Суть построения подобных номограмм сводится к получению серии оценок эффективности месторождений, формируемых в процессе моделирования режима их разработки, которые проводятся в соответствии с существующими методическими рекомендациями, при вариациях величины запасов, дебитов и глубины залегания.

В принципе достаточно построения единственного графика зависимости вида

$$ВНР = f(ктэ), \text{ ктэ} = \frac{Q_u \cdot D_o}{H} \quad (1)$$

где ВНР – внутренняя норма рентабельности, ктэ – коэффициент технологической эффективности; Q_u (млн/т) – дебит месторождения; D_o (т/сут) дебит в сутки; H (км) – глубина залегания.

Зависимость может быть построена с использованием методов корреляционного анализа в виде регрессионных уравнений, например, имеющих в составе пакета Excel.

Опосредованно регламентируют наличие взаимосвязи три параметра: 1) чем больше глубина, тем выше затраты на бурение; 2) чем меньше начальный рабочий дебит, тем больше фонд эксплуатационных скважин и, соответственно, опять-таки, выше затраты на бурение; 3) чем меньше объем извлекаемых запасов, тем выше удельные затраты на обустройство.

Пользуясь подобными номограммами, возможно выходить на оценку критических значений того или иного фактора.

Проиллюстрируем использование на примере данной номограммы, объект с извлекаемыми запасами 1,5 млн. т. Цена нефти 120 долл. США/барр. Используем номограммы для объектов 2,5 млн.т. Рассмотрим отсекающие параметры при заданной глубине 2500 м (минимальный дебит скважин) и при известной продуктивности коллектора, обеспечивающей начальный рабочий дебит 40 т/сут. (предельная глубина залегания перспективного объекта).

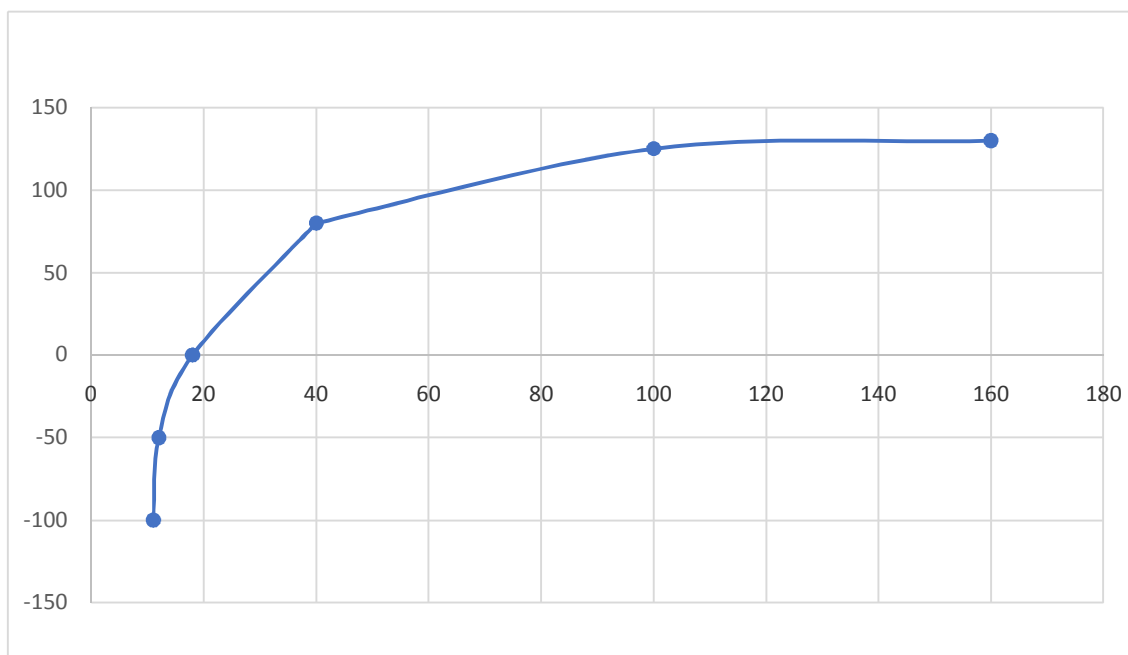


Рис. 1. – Зависимость технологической эффективности запасов нефти

Исходя из этого и с использованием чисто арифметических вычислений получаем для глубины залегания 2500 м оценки критического дебита на уровне 27, 42 и 60 т/сут. То есть даже без учета возможных рисков минимально приемлемая рентабельность в 10% достигается при начальном дебите не ниже 42 т/сут.

Вывод. Таким образом, сказанное еще раз подтверждает вполне известные истины, однако с учетом приведённых количественных оценок – во многом конкретизирует их. Это позволяет утверждать следующие:

1. Метод номограмм позволяет облегчить исследование эффективности нефтедобывающих скважин.
2. Комплексное исследование скважин позволяет строить наглядную картину процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хованский Г.С. Основы номограмм М.: Наука, 1976. – 348 с.
2. Басырыгин Ю.М., Будников В.Ф., Буламов А.И., Теория и практика предупреждения осложнений и ремонта скважин при их строительстве и эксплуатации, Т.4. М.: Недра, 2000. – 494 с.
3. Григорьев Г.А., Мотрук В.Д. Рентабельность освоения и перспективы наращивания добычи нефти на новых объектах европейского севера России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2007. - №4. – С. 48-53.
4. Классификация запасов и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов. Утверждена приказом МПР РФ от 01.11.2005 г. №298.
5. Методические рекомендации по применению Классификации запасов и про-

гнозных ресурсов нефти и горючих газов, утвержденной приказом МПР РФ от 01 ноября 2005 г. №298. Приказ МПР РФ от 05.04.2007 г. И Роснедра от 09.04.2007г. №23.

УДК 568

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ ПО ЦЕЛЯМ МВО НА СОВРЕМЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

А.Э. Тешабаев, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилестроения и тракторостроения

Андижанский машиностроительный институт, г. Андижан, Узбекистан, e-mail: anvarteshabaev@andmiedu.uz, teshabaevanvar@yahoo.com

Аннотация. В статье описан опыт применения метода Управления по целям – Management by Objective (MBO) на крупном современном предприятии и проблемы внедрения, его преимущества и условия необходимые для эффективного применения.

Ключевые слова: Управление по целям – Management by Objective (MBO), цели, мотивация персонала, решение проблем.

IMPLEMENTATION AND USING MBO – MANAGEMENT BY OBJECTIVE IN LARGE MODERN COMPANY

A.E. Teshabaev, PhD in Technics, Associate Professor of Automobile and Tractor Building Department

Andijan Machine-Building Institute, Andijan, Uzbekistan, e-mail: anvarteshabaev@andmiedu.uz, teshabaevanvar@yahoo.com

Abstract. Article describes the experience of implementation and usage of MBO - Management by Objective on large modern industrial company, problems of implementation, achievements and conditions for successful usage of method.

Keywords: Management by Objective (MBO), goals and objectives, motivation of employees, problem-solving.

Введение. Вхождение в рыночную экономику для большинства предприятий стран СНГ связано с решением проблемы достижения конкурентоспособности, что в свою очередь требует повышения их эффективности. Наиболее быстрым и эффективным на сегодняшний день методом повышения хозяйственной эффективности предприятий является совершенствование их управления, более полное использование имеющихся внутренних резервов, фокусирование на актуальных проблемах предприятий. Указанным целям в наибольшей мере отвечает МВО – Метод управления по целям, опыт внедрения и использования которого имеется на ЗАО

“Дженерал Моторс Узбекистан” – ведущем промышленном предприятии Узбекистана.

Цель работы. Обобщить и адаптировать к условиям Узбекистана имеющийся опыт внедрения и использования нового для нас метода управления, который представляет несомненную ценность с точки зрения адаптации опыта развитых стран, и прежде всего США, где управленческая наука получила наибольшее развитие.

Материал и результаты исследований. Виднейший представитель современной науки об управлении Питер Друкер в предисловии к изданию своей книги по менеджменту на русском языке писал, что предприятия и менеджмент России (и очевидно, других стран СНГ) сегодня представляют предприятия и менеджмент США 50-летней давности. Можно говорить, что применяемые ныне методы управления отечественными предприятиями сформировавшиеся в условиях плановой и переходной экономики более всего нуждаются в развитии и совершенствовании.

В условиях быстрых и постоянных перемен действия организаций и их руководителей не могут сводиться к простому реагированию на происходящие перемены, все шире признается необходимость сознательного управления изменениями на основе научно обоснованной процедуры их предвидения, регулирования, приспособления к целям организации, к изменяющимся внешним условиям, т.е. применение элементов стратегического управления предприятиями. Согласно концепции стратегического управления, каждая организация имеет свою главную задачу – миссию организации, для выполнения которой и разрабатываются стратегия и цели организации.

Но никакие стратегические решения не могут принести результатов, если не решить целый ряд проблем более частного характера – развитие организационной структуры, операционные системы управления, качество, вовлечение работников в управление организацией, профессиональная подготовка и повышение квалификации как менеджеров, так и специалистов, и др. Эти проблемы являются критическими, поскольку их решения жизненно важно для организаций.

По мнению другого видного исследователя Роберта Н. Лерера – эксперта Американского центра производительности, «основу отношений в организационной структуре составляют цели, устанавливаемые для должностей и конкретных исполнителей. Если работа того или иного сотрудника не направлена на поддержание этой структуры и не способствует решению главной задачи организации, его усилия не являются продуктивными, потому что они лишены целесообразности».

Известный постулат, что управление процессами в любой области (экономика, техника или социальные изменения) лишь тогда эффективно, когда цели конкретные, а степень их достижения поддается количественному и качественному измерениям, что целеуказание должно доминировать в процессах планирования, организации, контроля и мотивации, является основой метода управления по целям.

Управление по целям (в специальной литературе широко распространена аббревиатура MBO по английскому наименованию метода MBO – Management by Objectives) было известно еще в 40-е годы двадцатого века, но широкое распространение получило в 60-годы благодаря усилиям П. Друкера и профессора Массачусетского университета Дж.С. Одиорна.

Управление по целям – это метод, дающий возможность улучшить результаты управленческой деятельности и основывающийся на наблюдениях за работой преуспевающих менеджеров в ведущих американских компаниях.

Метод “управления по целям” в наибольшей степени подходит руководителям высшего звена управления, вместе с тем его можно успешно применять и ко всей организации, включая и низовой уровень управления.

Понятия метода MBO и целей в трактовке Руководства по унификации терминов и их определений Комитета стандартизации Американского общества инженеров-механиков толкуются следующим образом.

MBO – управление по целям – процесс, состоящий из 4-х независимых этапов:

- формулирования целей,
- разработка реальных планов их достижения,
- систематический контроль и измерений качества работы и результатов,
- принятие корректирующих мер для достижения планируемых целей, а цели – в организации – конкретные конечные результаты, которых стремятся достичь подразделения и компания. Формальные организации определяют свои цели через процесс планирования.

С помощью этого метода можно решать такие проблемы, как:

- фокусирование работников на достижение основных целей организации,
- постановка общих для всей организации целей,
- лучшее управление материальными, информационными, административными и иными ресурсами организации,
- представление программы и сроков достижения целей организации персоналу,

- развитие управленческих и организаторских способностей и навыков сотрудников,
- выявление индивидуальных способностей работников и тем самым продвижение лучших по службе.

По мнению Дж. С. Одиорна, одного из сторонников широкого распространения этого метода, можно считать, что в самой сокращенной формулировке, управление по целям представляет собой метод управления, в соответствии с которым менеджеры разных уровней определяют главные области их ответственности, в которых они будут работать. Данный метод определяет некоторые критерии хорошей (и/или плохой) работы, и дает основу для измерения результатов с точки зрения их критериев. Преимущества данного способа управления состоят в повышении результативности работы, снижении издержек, улучшении условий труда, ускорении продвижения наиболее способных работников и развитие необходимых для организации способностей у подчиненных.

П. Друкер и Дж. Одиорн отмечали, что управление по целям причинно связано с общим успехом организации, и что управление в ведущих американских компаниях является управлением по целям. Управление по целям должно способствовать улучшению деятельности организации и повышать степень вовлеченности работников организации в самом процессе управления, росту производительности труда и профессиональному росту работников, что напрямую связано с их мотивацией, установками и ожиданием.

На основании имеющегося опыта зарубежных исследователей и предприятий, в АО «УздЭУ авто» принята программа развертывания метода управления по целям и к настоящему времени осуществляется второй этап расширенного применения этого метода на Асакинском автозаводе. Опыт внедрения данного метода управления и результаты его использования показывают целесообразность применения метода «управления по целям» для повышения эффективности производства и качества персонала.

Суть применения этого метода в том, что определение целей деятельности предприятия на ближайшую и дальнюю перспективы – это главное в менеджменте компании, а цели для подразделений – конкретные конечные результаты деятельности цехов, отделов и управлений, обязательны к достижению.

По результатам анализа деятельности предприятия и изменений бизнес-среды руководством компании выработана стратегия развития, определены долгосрочные и ближайшие цели компании, установлены их приоритеты и взаимосвязи. На основе целей предприятия ведется разработка

стратегии развития управлений и производственных отделений, которые являются исходными данными для разработки планов действий и конкретных мероприятий подразделений.

Формулирование целей и разработка планов МВО осуществляется с учетом достигнутого – например, результатов прошлого года, потенциальных возможностей подразделений и их обеспеченности соответствующими ресурсами.

Применение метода МВО обеспечивает таким образом следующее:

- переход от анализа отдельных случаев к систематическому анализу,
- переход от определения отдельных частных элементов эффективности к комплексной оценке всех факторов,
- вовлечение все более широкого круга работников к управлению на всех уровнях, и тем самым стимулирование их творческой активности и поиска внутренних резервов роста.

Вывод. Анализ более чем 2-х летнего опыта внедрения и использования управления по целям в настоящих условиях хозяйствования позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Управление по целям при должной постановке в организации является эффективным и мощным инструментом совершенствования системы управления современного предприятия направленным на вскрытие внутренних ресурсов развития предприятия, раскрытие творческого потенциала и оценки руководящего состава предприятия, повышения эффективности организации.

2. Для успешного применения этого метода необходимы современный уровень организационной структуры, процессный подход в организации и управлении производством, высокий уровень подготовки и мотивации высшего руководства организации.

3. Внедрение МВО позволяет организации обеспечить постоянные и продолжительные улучшения в своей деятельности, сделать этот процесс непрерывным и соответствовать требованиям международного стандарта ИСО 9001:2000.

Нерешенные проблемы.

Вместе с тем, существует целый ряд проблем требующих своего решения для успешного внедрения метода управления по целям.

1. *Трудности при постановке целей.* Некоторые виды работ и областей деятельности любого предприятия трудно количественно измерить, а их успешное выполнение объективно оценить.

Это вытекает из самого определения требований к целям. Цели должны быть ясными, конкретными, простыми и измеримыми. Требова-

ния к целям при их постановке должны отвечать требованиям SMART (на английском языке S – specific (точными, конкретными), M – measurable (измеримыми), A – achievable (реально достижимыми, хотя и очень высокими), R – relevant (соответствующими основной деятельности) и T– timed (ограниченными во времени – обычно год, квартал, месяц).

2. *Ранжирование целей.* Чтобы использовать программу МВО руководители подразделений должны научиться правильно определять приоритеты в своей работе и эффективно распоряжаться всеми своими ресурсами, в первую очередь эффективно использовать свое время – административный ресурс предприятия, что также несет положительный момент: перераспределение обязанностей и делегирование полномочий своим подчиненным.

3. *Отсутствие соответствующей квалификации.* У руководителей подразделений, особенно низового уровня, может отсутствовать необходимая квалификация для определения целей и планирования своей работы, передачи и получения информации на основе обратной связи, обучения и консультирования и др.

4. *Увеличение количества отчетности и планов.* Процессы планирования деятельности подразделений и периодической (обычно раз в месяц) отчетности по выполнению планов МВО и достижению поставленных целей увеличивает количество канцелярской работы, а это может вызывать недовольство и сопротивление некоторых работников, особенно низового и среднего уровня.

5. *Отсутствие должной индивидуальной мотивации.* Должны устанавливаться достаточные вознаграждения в явной и скрытой форме (как материальные, так и моральные) для стимулирования сотрудников к дополнительной работе – при наличии явного и существенного эффекта реализации программы.

6. *Интеграция с другими системами и подсистемами.* Этапы постановки целей и проверки результатов должны активно сочетаться с другими процессами в деятельности организации – прогнозированием, перспективным планированием, составлением бюджета и др.

И самое главное – успешное внедрение метода “управления по целям – МВО” возможно лишь при инициативе и полной всесторонней поддержке высшего руководства организации, что необходимо для преодоления естественного сопротивления организационным нововведениям и изменениям. Также необходимо постоянное внимание руководства к развитию программы, стимулирование эффективной и производительной деятельности, активное участие работников в программах инновационного развития предприятия.

УДК 622.276

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПЕРКОЛЯЦИИ В БАВЛИНСКОМ РАЙОНЕ

К.Ф. Габдрахманова, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных технологий, математики и естественных наук
Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимского нефтяного технического университета», г. Октябрьский, Россия, e-mail: klara47@mail.ru

А.И. Газизова, студентка 2 курса, факультет эксплуатации и разработки объектов добычи нефти
Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимского нефтяного технического университета», г. Октябрьский, Россия, e-mail: albina.gazizova@mail.ru

Аннотация. В работе проведено теоретическое исследование того, как в Бавлинском районе используется перколяционный кластер.

Ключевые слова: перколяция, кластер, порог протекания, Бавлинский район.

APPLICATION OF PERCOLATION THEORY TO THE BAVLY REGION

K. Gabdrakhmanova, candidate of pedagogical Sciences, Associate Professor of information technology, mathematics and natural Sciences
FSEE HPE "Ufa Petroleum Technical University", Oktyabrskiy, Russia, e-mail: klara47@mail.ru

A. Gazizova, 2nd year Student, Faculty of exploitation and development of objects of oil production
FSEE HPE "Ufa Petroleum Technical University", Oktyabrskiy, Russia, e-mail: albina.gazizova@mail.ru

Abstract. In this paper, held a theoretical study of what Bavlinsky district forms a percolation cluster.

Keywords: percolation, cluster, percolation, threshold.

Введение. Теория перколяции возникла в 1957 в результате работ Дж. Хаммерсли. Теория перколяции (от лат. percolatio - процеживание; просачивание)- теория, описывающая возникновение бесконечных связанных структур (кластеров), состоящих из отдельных элементов. Теорию перколяционной связи возможно использовать для определения кластера этого района.

Цель работы: показать, что Бавлинский район образует перколяционный кластер. Для этого исследования необходимо получить числовую характеристику каждого поселения. В качестве такой характеристики взята

рейтинговая оценка по уровню развития информационных технологий (ИТ).

Материал и результаты исследований.

Совокупность элементов, по которым происходит протекание, называется перколяционным кластером, который может иметь различную форму. Поэтому принято характеризовать его общий размер.

Части кластера:

- Остов кластера – токопроводящая часть кластера.
- Мертвые концы – части кластера, соединенные с остовом посредством одного узла (связи). Мертвые концы составляют большую часть кластера, однако, не участвуют в проводимости.
- Эластичный остов – объединение всех кратчайших путей между двумя данными узлами.

Порогом протекания называется минимальная концентрация, при которой возникает протекание.

В теории перколяции различают задачи на случайных узлах, континуальные задачи и решеточные задачи. Решеточные задачи в свою очередь делятся на задачи узлов и задачи связей между ними. Рассмотрим эти задачи.

Задачи на случайных узлах и их различные обобщения играют важную роль в теории прыжковой проводимости (это низкотемпературный механизм проводимости в полупроводниках, при котором перенос заряда осуществляется квантовыми туннельными переходами прыжков носителей заряда между различными локализованными состояниями.) Узлы не образуют правильную решётку, они случайно распределены в пространстве. Два узла считаются связанными, если расстояние между ними не превышает некоторое фиксированное значение. Если же это фиксированное значение мало, то содержащие более 2 связных между собой узлов кластеры редки. Но если фиксированное значение увеличивается, число таких кластеров резко растёт, а при некотором критическом значении кластер становится бесконечным.

В континуальных задачах рассматриваются явления переноса в сплошной неупорядоченной среде. Во всем пространстве задается случайная непрерывная функция и фиксируется некоторое значение этой функции. При достаточно малых значениях области, в которых случайная непрерывная функция меньше фиксированного значения, редки и всегда изолированы друг от друга. А при больших значениях занимают почти все пространство. Требуется найти долю площади, занимаемая областями, в которых случайная непрерывная функция меньше фиксированного значения, при условии, что уровень протекания и минимальное значение рав-

ны.

Решеточные задачи связи. Связи, которые делятся на целые и блокированные, в решетке распределены случайно. Данная связь не зависит от состояния соседних связей. Если два узла соединяет цепочка целых связей, они считаются связанными друг с другом. При малых значениях x (вероятность того, что связь является целой) целые связи, как правило, далеки друг от друга и кластеры состоят из небольшого количества узлов, но с увеличением x размеры кластеров резко увеличиваются. Перколяционная теория позволяет вычислить порог кластера (это такое значение вероятности, при котором впервые возникает кластер из бесконечного числа узлов).

Решёточные задачи узлов отличаются от задач связей тем, что блокированные связи распределены на решётке не поодиночке - блокируются все связи, выходящие из узла. Блокированные таким способом узлы распределены на решётке случайно.

Получив числовую характеристику каждого поселения, видно, что во всех поселениях ИТ используются в разной мере.

Рейтинг района рассчитываем по формуле:

$$R_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2} \quad (1)$$

где x – стандартизованный коэффициент i -го показателя;

i – порядковый номер поселения;

j – номер показателя;

n – количество поселений;

m – количество показателей.

В качестве показателей выбраны такие данные, как наличие ПК и ИТ, затраты на ИТ. Результаты по уровню развития ИТ представлены в таблице 1.

Выбираем два самых отдаленных друг от друга поселения, и найдем маршрут их соединения. Полученные в результате проведенных итераций данные представлены в таблице 2.

Таблица 1 – уровень развития ИТ в Бавлинском районе

Город Бавлы	1,03
Александровское сельское поселение	0,45
Исергаповское сельское поселение	0,40
Кзыл-Ярское сельское поселение	0,23

Крым-Сарайское сельское поселение	0,20
Новозареченское сельское поселение	0,16
Покровско-Урустамакское сельское поселение	0,15
Поповское сельское поселение	0,13
Потапово-Тумбарлинское сельское поселение	0,12
Салиховское сельское поселение	0,10
Татарско-Кандызское сельское поселение	0,09
Тумбарлинское сельское поселение	0,05
Удмуртско-Ташлинское сельское поселение	0,05
Шалтинское сельское поселение	0,04

Таблица 2 – перколяционный кластер, составленный из поселений с наименьшей рейтинговой оценкой

Состав перколяционного кластера	Наименование поселений, составляющих перколяционный кластер
Остров кластера	Потапово-Тумбарлинское сельское поселение, Новозареченское сельское поселение, Шалтинское сельское поселение
Эластичный остров 1 путь	Покровско-Урустамакское , Салиховское сельское поселение
Эластичный остров 2 путь	Поповское сельское поселение, Татарско-Кандызское сельское поселение
Эластичный остров 3 путь	Город Бавлы , Александровское сельское поселение
Эластичный остров 4 путь	Тумбарлинское сельское поселение, Удмуртско-Ташлинское сельское поселение, Покровско-Урустамакское сельское поселение
Мертвые концы	Крым-Сарайское сельское поселение, Кзыл-Ярское сельское поселение

Вывод. Показано что поселения района образуют перколяционный кластер. Данные, полученные в ходе этого исследования, могут быть использованы в исследованиях экономики. Для того чтобы найти оптимальные пути между крайними поселениями района.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасевич Ю.Ю. Перколяция: теория, приложения, алгоритмы. 2002. – 112 с.
2. Соколов И. М., Размерности и другие геометрические критические показатели в теории протекания, "УФН", 1986, т. 150. – с. 221.
3. Шкловский Б. И., Эфрос А. Л., Электронные свойства легированных полупроводников, М., 1979.

УДК 378.14

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАТИВНОГО СПЕКТРА ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Д.В. Борисенко, аспирант, ассистент кафедры «Технологий и дизайна»
Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, Украина, e-mail: denbork@mail.ru

Аннотация. В работе представлен теоретический анализ современного информационно-коммуникативного направления развития образовательного пространства, рассмотрены инновационные педагогические разработки и перспективные пути их дальнейшей внедрения, модернизации, формирования новых. На основе анализа выделяются наиболее характерные для инженерной подготовки инновационные учебные модели и комплексы.

Ключевые слова: педагогические инновации, профессиональная компетенция, информационно-коммуникативные технологии, учебные модели, образовательные комплексы.

THE USE OF MODERN RANGE OF INFORMATIVE-COMMUNICATIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING HIGH SCHOOL

D. Borisenko, graduate student, assistant of department "Technology and Design"
Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine, e-mail: denbork@mail.ru

Abstract. This paper presents a theoretical analysis of modern informative-communicative direction of educational space, considered innovative pedagogical developments and future ways of their further implementation, modernization, development of new. Based on the analysis highlighted the most characteristic innovative learning models and

systems for engineering training.

Keywords: pedagogical innovations, expertise, informative-communicative technology, training models, educational complexes.

Введение. За последние годы в образовательной сфере было внедрено много инновационных педагогических комплексов, моделей, методов и технологий, которые, в свою очередь, повлияли и на развитие новой образовательной парадигмы, радикальным путем изменили традиционное представление организации учебного процесса. На сегодня появляются все более новые активные формы обучения, где студент постепенно отходит от деятельности простого слушателя и исполнителя учебных задач, а становится на уровень с преподавателем в формировании возможных вариаций представления учебного материала. Он вступает в тесную информационную взаимосвязь с преподавателем и другими студентами, использует современные средства и технологии для получения нужной информации и выполнения действий.

Информационно-коммуникативный спектр педагогических технологий является альтернативным выходом и обеспечением современного перспективного развития образовательного плацдарма, предоставления преподавателю новым условиям и инструментов для создания, внедрения и реализации инновационных педагогических методик и технологий, повышения визуализации и раскрытие особенностей проектной творческой деятельности. Несмотря на низкий профессиональный уровень компьютерной грамотности, как среди студенческого коллектива, так и преподавательского состава, необходим «сдвиг» от традиционно устаревших этапов до инновационных. Он позволит снизить отставание в подготовке студентов к профессиональной области, предоставит им методологию освоения большинством современных нововведений в технике и программном обеспечении, организации профессиональной деятельности и прочее.

Цель работы. На сегодня является необходимостью постоянного акцентирования в образовательном пространстве на инновационные пути реализации информационно-коммуникативного обеспечения учебного процесса в высшей школе. Целью данной работы является теоретическое рассмотрение современных педагогических технологий и разработок при подготовке студентов к профессиональной деятельности и их перспективное внедрение в учебный процесс.

Материал и результаты исследований. Информационно-коммуникативная сфера стает важным фактором в побуждении высших учебных заведений к пересмотру предоставляемых образовательных услуг, а также к выявлению «пробелов» в развитии и внедрении

инновационных учебных средств и технологий для эффективного использования выделенного учебного времени на овладение учебным материалом студентами. Особым современным аспектом инновационного развития становится создание общей открытой образовательной сферы, в которые каждый может получить необходимую информацию. Уже сегодня можно говорить про активно внедряющиеся в отдельных случаях инновационные электронные вариации образовательного процесса, виртуальные лекции и другие инновационные стратегии, которые становятся прообразом традиционной системы с разветвленными новыми учебными средствами, первыми шагами в становлении нового этапа развития образовательного комплекса.

Для ознакомления с перспективными информационно-коммуникативными технологиями рассмотрим некоторые формы их группирования, среди которых можно выделить: инструментальные учебные средства коммуникационного обеспечения, электронные учебные средства с гиперссылками, контрольно-учебная группа, поисковые учебные средства и др.

Инструментальные учебные средства коммуникационного обеспечения представляют активный обучающий компонент, который позволяет налаживать коммуникационные возможности, создавать учебные коммуникационные каналы и инновационные формы обучения. Главная идея большинства представителей этой группы учебных средств является предоставление педагогу дополнительного инновационной поддержки и реализация на уже сложившейся базе собственных авторских разработок. Представляет собой расширенное программное обеспечение со свободным, частично ограниченным или ограниченным применением. Последний является больше исключением и возможно лишь в узких кругах применения. Современные инструментальные средства коммуникационного обеспечения имеют уже созданные формы реализации образовательного процесса, которые педагог заполняет содержательным модулем и за минимальное время представляет свою учебную разработку. Она может содержать как обычную текстовую информацию, так и анимации, видео и музыкальное сопровождение. Также центральное место данной группы учебных средств является дистанционная поддержка учебного процесса и применение веб-технологий для реализации вебинаров, веб-конференций, чатов и других форм с коммуникационной основой.

Электронные учебные средства с поддержкой гиперссылки - группа методов обучения, которая позволяет включать в себя все имеющиеся возможности представления учебной информации, практически все

модули процесса обучения. Так, электронный учебник, который основан на гипер-поддержке, интерактивный программно-методический компонент информационно-коммуникативной учебной базы, может включать одновременно статический тестовый формат и динамичный анимационный, видеосюжеты. Что касается последнего, то для удобства использования и уменьшения ресурсной загруженности при открытии пособия используются гиперссылки на отдельные большие видео файлы, которые загружают автором отдельно или применяются уже имеющиеся информационные источники. То есть данный компонент является универсальной формой представления учебной информации, имеет легкую систему переориентации в печатный материал и отличается увеличением наглядности представленной информации.

В контрольно-учебной группе педагогических средств применяются, главным образом, модели формирования практических умений и навыков по уже сложившимся теоретическим блокам. Поэтому в них отсутствует полное обширное представление учебной информации, кроме необходимой составляющей для создания учебного задания, разъяснения требований и дополнительного информирования. Но при этом учебный материал может также дополняться различными формами представления – текст, анимация, видео и другие комбинированные формы. Особую роль занимает гиперссылка, которая позволяет студенту повторить и вспомнить отдельные сложные вопросы, на которые подаются более основательные ссылки. Учитывая, что эта группа представляет контрольный блок, то педагогу предоставляется больше новых возможностей создания учебных вопросов, тестов и других заданий для оценки уровня сложившейся учебной информации у студентов, использование различных видов контроля, обратной связи, персонализированных диалогов. Включение функции тренажеров позволяет использование личностно-ориентированному подхода к формированию практических умений и навыков, учета собственного выбора направления развития в соответствии с личностно-деятельностной моделью обучения.

Группа поисковых учебных средств является инновационной и сосредоточена на активную учебную деятельность студентов, саморазвитие и стремление к самостоятельному нахождению дополнительной учебной информации. Поисковые комплексы сформированы, главным образом, на базе свободного доступа к электронным ресурсам через функцию «поиск» и позволяет обогатить учебный процесс дополнительной наглядностью, расширением границ учебного информативного потока. Данные средства используются в сочетании с другими учебными средствами при изучении большинства дисциплин и формируют «симбиоз» прочного фундамента

для дальнейшего включения инновационных авторских разработок. Исходя из этого, данная группа учебных средств имеет автоматизированное представление материала с уже имеющимися возможностями тематического отбора не только по текстовой форме, но и картинкам и видео, голосовым восприятием.

Группа учебных средств передачи учебной информации выполняют задачи обеспечения учебного процесса важной на сегодня функцией – коммуникативной – создание непрерывной образовательной связи, обеспечение дистанционных форм обучения и виртуальной обучающей системы. На примере электронной почты, которая является главным центральным средством данной группы, рассмотрим все особенности учебного средства. Данное учебное средство имеет возможности передачи больших объемов информации, включая и текстовых файлов, видеофайлов, медиа файлов, предоставляет дополнительные ссылки на файлы, которые занимают большую память (более 25Мб , 1 Гб памяти). Название средства говорит само о себе и напоминает основные возможности традиционной почтовой системы, в которой есть адресат и адресант, получатель и отправитель соответственно. Также имеется структура листа, которая подвергается коррекции в оформлении и появлении дополнительных возможностей, предоставлении безопасных условий хранения пользовательской информации. Важно отметить и бесплатность использования данного комплекса, а также постоянно развивается и открывает все более новые учебные возможности для студента. Так, на сегодня большинство потовых ящиков представляют собой комплекс обеспечения передачи, хранения и просмотра учебной информации. Среди развивающего направления является создания виртуальных дисков («облаков»), на которые можно хранить собственные данные и использовать их в любом месте, где возможно подключиться к сети Интернет.

Еще одним инновационным средством являются базы данных. Они играют важную роль в формировании теоретического учебного материала, подготовке к занятиям преподавателя и студентов к выполнению учебных заданий. Особые возможности они получают при использовании в творческих специальностях, предоставление важной информации для творческого процесса, разработки дизайн-продукта. Базы данных на сегодня могут содержать не только текстовую информацию, но и дополнительную графическую, базы анимации, видеоматериала и звуковые дорожки.

С широким развитием сети Интернет изменилось представление баз данных, и они замещаются электронными вариациями, в большинстве из которых сосредоточено не сама материальная структура, а ссылка на ис-

точники информации, которые находятся на различных сайтах и в других «сборниках» материалов. Особая роль в базах данных занимает экспертно-аналитические системы, как компоненты этой группы учебных средств, сосредоточены на предоставлении аналитической и экспертной оценки изучающих предметов и процессов, проведении инновационных контрольных мероприятий и др.

Главной особенностью инновационных учебных средств является их использование, как в течение всего учебного процесса, так и в отдельных областях предоставления учебного материала. Так учебный материал, возможно, структурировать и представить в виде системы с двумя общими компонентами - глобальная и локальная структуры. Глобальная структура отображается в виде базовых частей учебного материала и для нее подходят общие учебные средства, которые имеют многофункциональные возможности и широкий спектр применения в зависимости от тематических рубрик и форм обучения. Для этой структуры наиболее подходят следующие группы учебных средств, как контрольно-обучающие, поисковые учебные средства и учебные средства для передачи учебной информации и другие. Прежде всего, при использовании для вышеупомянутых специальных учебных дисциплин в общей структуре необходимо направление на повышение наглядности, активизации поисковой деятельности студентов по дополнительным информативным ресурсам, а также обязательное наличие создания контролирующих систем. Для повышения наглядности традиционного изложения учебного материала на лекциях, на которые выделено минимум учебной нагрузки, педагогу требуется включения активных форм взаимодействия со студентами, перенос большего количества учебных тематик на самостоятельное овладение. При этом снижается мотивационная сторона изучения дисциплины и снижается учебная эффективность, которые преодолеваются формированием у студентов четкого плана самостоятельного овладения учебной информацией и обязательной проверкой достигнутых результатов для продолжения изучения следующей тематики и перехода к выполнению новых практических и лабораторных учебных задач.

Представленные выше группы инновационных учебных технологий и средств не являются единственными и постоянно дополняются новыми разработками. Информационно-коммуникативные технологии и их компоненты играют важную роль в развитии образовательного пространства, доведение его до уровня современных темпов формирования. Функции их применения ярко проявляются при изложении специальных учебных дисциплин, являющихся важной составляющей профессиональной подготовки студентов, в которых главную роль играет постоянное движение вперед,

формирование адаптационной модели современной техносферы и профессиональной области, реализация повышения интеллектуальных и творческих возможностей, поиск новых источников поддержки и информации, организация инновационных форм обучения.

Вывод. Современное образовательное пространство уже обеспечено широким спектром инновационных информационно-коммуникативных возможностей для включения в учебную среду подготовки будущих специалистов, но на преподавателя возложена важная учебно-методическая задача по отбору наиболее совершенных современных моделей и их эффективной возможности результативного достижения поставленных педагогических целей. Необходимо обязательно акцентировать внимание на том, что важна не сама новация и ее подкрепления простой неэффективной реализацией, а достижение учебного результата профессиональной подготовки – выпуска компетентного специалиста. Он должен иметь теоретико-практический «багаж» знаний, умений и сформированных навыков, быть мобильным и иметь собственный сформированный адаптационный аппарат относительного меняющимся современным условиям профессиональной среды. Кроме того студенту необходимо постоянно искать собственные пути для самообразования и самореализации, а педагог становится в этом случае «проводником», наставником («тьютором») в информационной профессиональной сфере, используя только современные знания и учебные технологии. Модернизация образовательной сферы не оставляет времени для ожидания, а постоянно активизируют деятельность высших учебных заведений, требует обновления учебно-методической базы, повышение уровня подготовки студентов, что, в свою очередь, перетекает на выпуске компетентных высококвалифицированных специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козакова Н. А. Современные педагогические технологии в дополнительном профессиональном образовании / Н. А. Козакова. – М.: ИПО Профиздат. – 2000. – 23 с.
2. Славкина М. В. Роль интернет-технологий в системе профессиональной подготовки студентов / М. В. Славкина // Вестник магистратуры. – 2012. – №. 5. – С. 39-42.
3. Авербух Н. В. Психологические аспекты феномена присутствия в виртуальной среде // Вопросы психологии. – 2010. – №. 5. – С. 105-113.
4. Бегенева Е. Педагогический дизайн как альфа и омега виртуального урока / Е. Бегенева // Русский язык за рубежом. – 2008. – №. 4. – С. 30-37.
5. Браславский П. И. Технология виртуальной реальности как феномен культуры конца XX – начала XXI веков: дис. канд. Культурологии: 24.00.01 / Павел Исаакович Браславский – Екатеринбург, 2003. – 163 с.

УДК 378.147.016

О ПРЕИМУЩЕСТВАХ, ТРУДНОСТЯХ И ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИТ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ

Е.С. Кузнецова, преподаватель кафедры интенсивного обучения иностранным языкам Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: kuzkatya@yandex.ru

Аннотация. Целью данной работы было описать преимущества преподавания иностранных языков с включением в этот процесс информационных технологий, трудности, которые могут испытывать как обучающиеся, так и преподаватели, а также попытаться кратко очертить дальнейшие перспективы применения информационных технологий.

Ключевые слова: информационные технологии, преподавание, мотивация, овладение иностранным языком.

TO THE QUESTION OF ADVANTAGES, DIFFICULTIES AND PERSPECTIVES OF ICT APPLICATION IN THE PROCESS OF L2 TEACHING AND ACQUISITION

Kateryna Kuznetsova, Teacher of Intensive Foreign Languages Teaching Department Prydneprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: kuzkatya@yandex.ru

Abstract. The aim of the following work was to describe advantages of teaching foreign languages using ICT as well as to mention difficulties that both students and teachers may face. An attempt to outline briefly further perspectives of ICT utilization was made.

Key words: ICT, teaching, motivation, foreign language acquisition.

Введение. Информационные технологии – широко используемый термин для обозначения оборудования и программного обеспечения, включающего в себя ПК, видео- и аудио-воспроизводящее оборудование, мобильные телефоны, карманные компьютеры и принтеры.

Информационные технологии в современном мире используются повсюду: в технической и научной сфере, в сфере образования, а также в повседневной жизни. Использование информационных технологий в образовательном процессе и, в частности, в процессе обучения иностранным языкам является безусловным, необходимым и освещено в работах таких исследователей, как С. Крашен, Б. Дендев и др. В большинстве случаев сам факт применения информационных технологий в образовательном процессе уже принимается за положительное явление, несмотря на полученные результаты, а также трудности, с которыми это может быть сопряже-

но. В данной работе была сделана попытка продемонстрировать преимущества использования информационных технологий в процессе обучения иностранным языкам, рассмотреть трудности, возникающие у преподавателей, а также постараться очертить перспективы дальнейшего их использования как на занятиях, так и в неформальной обстановке.

Преимущества. Одним из наиболее часто упоминаемых преимуществ использования информационных технологий является повышение мотивации к изучению языка. Неформальный контекст, основывающийся на интересах обучающихся, несомненно, создает благоприятную ситуацию для овладения учебным материалом. Неформальная ситуация, которая возникает вне занятия, определена Р. Гарднером как возможность использовать и испытать языковой навык в разговорных клубах, при просмотре телевизионных передач, фильмов, в социальных ситуациях общения (Gardner, 2006).

Использование технических средств обучения делает процесс изучения иностранного языка интерактивным, более «живым», в противовес ситуации, когда обучающиеся занимаются иностранным языком для академических целей, т.е. учатся находить правильные ответы в тестовых заданиях, переводить фрагменты текстов и т.д. Однако следует помнить, что любое задание, кроме того, что оно включает в себя интеракцию, должно быть реально, отвечать реальным требованиям в отношении общения, и возможность его применения должна доказываться на практике ежедневно. В противном случае, целесообразность проработки такого задания ставится обучающимися под вопрос. В свою очередь, реальность задания, ситуации общения прямо пропорционально его полезности, нужности в сознании студентов, что ускоряет процесс овладения лексикой, грамматикой, структурой высказывания.

С. Крашен говорит о важности неформального контекста в изучении иностранного языка. Овладение иностранным языком происходит тогда, когда люди понимают информационные сообщения, которыми они обмениваются, которые они читают, а также в состоянии их сформировать самостоятельно.

С развитием информационных технологий, в частности Интернета, появляются новые контексты в изучении иностранного языка. Интернет создает новые ситуации общения, стимулирующие освоение нового материала, развитие навыков письма, чтения и устной речи (Baker, 1998; Young, 2001). Овладение новыми навыками при использовании Интернета происходит как сознательно, так и непроизвольно, на практике. Интернет-ресурсы предоставляют моментальный и удобный для пользователя доступ к широкому спектру занятий, ситуаций, в той или иной степени свя-

занных с изучаемым языком, где «реальные люди используют реальный язык в реальном контексте» (Osuna, Meskill, 1998).

Бесспорным преимуществом Интернета является тот факт, что он моментально предоставляет доступ к свежей, актуальной информации о стране изучаемого языка, в частности, культурной информации, которая будет полезна как обучающимся, так и их преподавателям, так как зачастую ее нехватка отмечается и у последних.

Недостатки. Развитие педагогических приемов не поспевает за стремительно развивающимися информационными технологиями. Это может выступать существенным барьером как для процесса обучения языком, так и для процесса преподавания (LucasKohnke). Более того, исследование, проведенное в 2005 г. показало, что некоторые преподаватели отрицательно относятся к внедрению информационных технологий в учебный процесс. Это в большой степени связано с тем, что студенты намного быстрее адаптируются в мире технологий, в отличие от преподавателей, которые видят образовательный процесс как более традиционный, с использованием бумажных учебных пособий и стандартных типов заданий. Также интересным является тот факт, что студенты ассоциируют преподавателя с традиционными формами обучения и с удивлением воспринимают задания, связанные с использованием Интернета. По их замечаниям, такие задания кажутся им «не имеющими смысла» или «странными».

Чрезмерная перегруженность учебного процесса интерактивными заданиями, видеоматериалами и т.д. создает у обучающихся состояние расслабленности, может теряться концентрация, обилие информации часто приводит к невосприимчивости и усталости. Таким образом, образовательный процесс может замедляться. Следует также учитывать тот факт, что информационные технологии выступают вспомогательными средствами, а не являются инструментами обучения по своей сути.

Еще одной существенной трудностью является скорость обновления технической базы учебного заведения по отношению к техническим новинкам. Часто техническая база устареваает прежде, чем проходит цикл обучения иностранному языку (в среднем 3-4 года). В результате этого новейшее программное обеспечение функционирует с перебоями либо вообще несовместимо с имеющимся оборудованием.

Перспективы. Говоря о перспективах, нужно подчеркнуть, что постоянно появляющиеся технические новинки, усовершенствования на рынке информационных технологий будут поощрять более широкое использование их в образовательном процессе. Среди возможных изменений в традиционном процессе обучения иностранным языкам можно назвать расширение дистанционных занятий: онлайн занятия с использованием

программного обеспечения Skype™, вебинары, лекции, осуществляемые при помощи конференц-связи и т.п.

В заключение можно отметить, что интеграция информационных технологий в образовательный процесс довольно успешно претворяется в жизнь, в особенности в настоящее время, благодаря бурному развитию технологий, появлению новинок, а также услуг Интернета, которые в последние годы становились все более доступными технически и материально.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gardner, R.C. (1985). Social psychology and second language learning: The role attitudes and motivation. Baltimore, MD: Edward Arnold.
2. KobraJamshidi (2012). Motivation and Attitudes toward Learning in an Internet-based Informal Context: Perceptions of Iranian University Students. Asian EFL Journal. Professional Teaching Articles. Vol.58 February 2012. p.28-51.
3. Krashen, S. (1981) Second language acquisition and second language learning. Oxford: Pergamon Press.
4. Lee, M.K.O., Cheung, C.M.K., Chen Z.H. (2005) Acceptance of Internet-based learning medium: The role of extrinsic and intrinsic motivation. Information and Management, 42, 1095-1104.
5. Lucas Kohnke (2012). Facilitating the Implementation of ICT to Teachers. Asian EFL Journal. Professional Teaching Articles – CEBU Issue. Vol. 64 November 2012. p.75-84
6. Osuna, M.M., Meskill, C. (1998). Using the World Wide Web to integrate Spanish language and culture: A pilot study. Language Learning and Technology, 1, 71-92.
7. Skinner, B., Austin, R. (1999). Computer conferencing – does it motivate EFL students? ELT Journal, 53, 270-279.
8. Troy Miller (2012). Teaching Interactive Strategies with Video clips. Asian EFL Journal. Professional Teaching Articles – CEBU Conference Issue. Vol. 63 October 2012. p.31-38.

УДК 378.16

ЭЛЕКТРОННЫЕ ИЗДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

С.В. Лавриненко, ассистент кафедры АТЭС ЭНИН ТПУ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, e-mail: serg86@tpu.ru

Аннотация. В статье обсуждаются проблемы познавательной деятельности студентов путем создания электронных учебников, а также требования, предъявляемые им.

Ключевые слова: познавательная активность, электронные издания, программный комплекс.

ELECTRONIC EDITIONS FOR TEACHING STUDENTS

S.V. Lavrinenko, Assistant of the Department NTPP ENIN TPU
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, e-mail: serg86@tpu.ru

Annotation. The paper discusses problem of cognitive activity of students by creating electronic textbooks, as well as the requirements placed upon them.

Keywords: cognitive activity, electronic publishing, software package.

Введение. Создание и совершенствование компьютеров привело и продолжает приводить к созданию новых технологий в различных сферах научной и практической деятельности. Одной из таких сфер стало образование – процесс передачи систематизированных знаний, навыков и умений от одного поколения к другому [1].

Информационные технологии (ИТ) в образовании приобретают все более существенное значение. Современный учебный процесс сложно представить без использования компьютерных учебников, задачников, тренажеров, лабораторных практикумов, справочников, энциклопедий, тестирующих и контролирующих систем и других компьютерных средств обучения (КСО) [2].

Цель работы. Современное общество ставит перед учебными заведениями различного типа цель не только получения знаний, формирование умений и навыков, но и развитие познавательной активности студентов [3].

Проблема развития познавательной активности - одна из приоритетных задач в педагогике. К ней обращаются психологи, педагоги и даже философы. В многочисленных статьях, разнообразных исследованиях, научных трактатах она обросла толкованиями, уточнениями, точками зрения, а со временем была обозначена как центральная педагогическая проблема.

Материал и результаты исследований. Познавательная активность – такой вид учебной деятельности, при котором предполагается определенный уровень самостоятельности студентов во всех ее структурных компонентах – от постановки проблемы до осуществления контроля, самоконтроля и коррекции, с переходом от выполнения простейших видов работы к более сложным, носящим поисковый характер.

Познавательная активность современных студентов просто не может быть сфокусирована на изучении такого устаревшего вида источника информации как печатные издания.

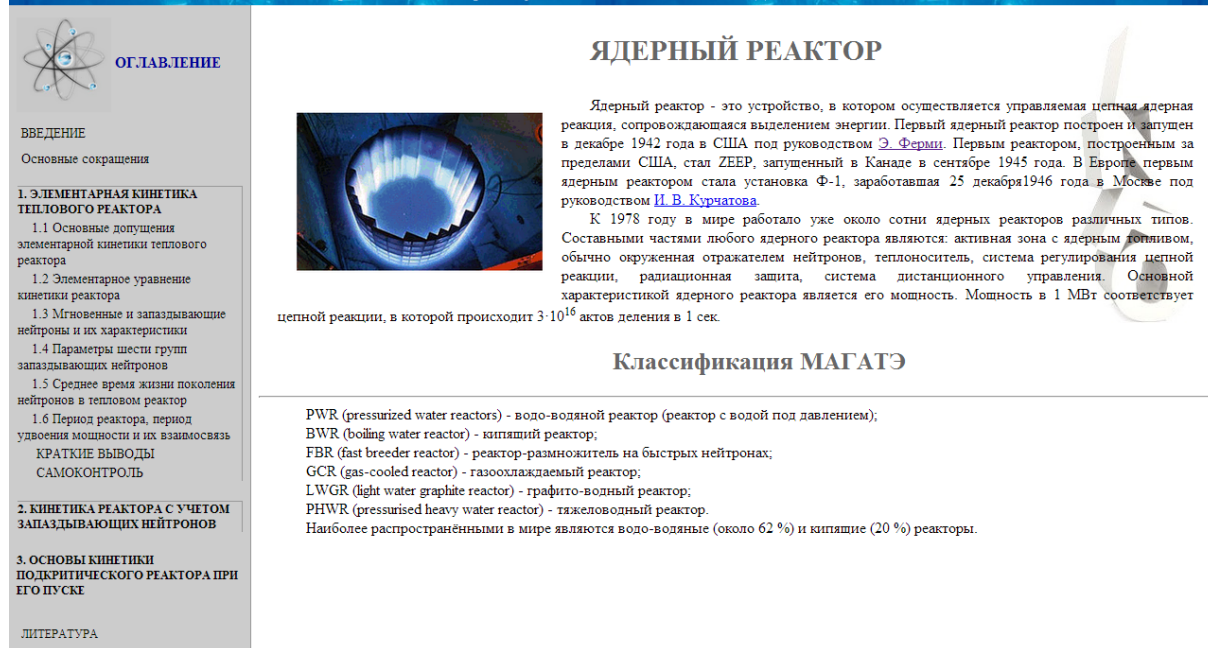


Рисунок 1. Электронное учебное пособие [9]

По мнению большинства авторов, электронный учебник представляет собой программно-методический комплекс, содержащий сведения по конкретному учебному предмету, курсу или разделу, позволяющий самостоятельно или с помощью преподавателя освоить данный курс [4-6].

Достаточно подробно в литературе освещены требования к электронному учебнику. Все требования условно можно разделить на несколько групп:

1. Требования к учебному материалу (полнота изложения, структурирование материала) [6,7];
2. Организация обучения с помощью электронного учебника (предоставление различных вариантов изучения, наличие инструкции по использованию, индивидуализация обучения, использование визуальных образов) [8];
3. Наличие обратной связи (контроль усвоения, тестирование) [8];
4. Требования к собственно программному обеспечению (методически обоснованный экраный дизайн и интерфейс, видео- и аудиоинформация, анимация, возможность регулировать шрифт, получать мгновенную помощь в виде иллюстраций, перекрестные ссылки и гипертекст) [6].

На рисунке 1 представлен вид электронного учебного пособия отвечающего вышеизложенным требованиям. Информация, представленная в таком виде, вызывает у студентов куда более живой интерес к изучению дисциплины, что и приводит к увеличению познавательной активности студентов.

Вывод. Таким образом, можно сделать вывод, что использование в

процессе обучения электронных пособий способствует развитию познавательной активности. Единственной проблемой остается процесс разработки и внедрения электронных изданий преподавателями, зачастую не готовых осваивать новые технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лященко Н.И. Анализ моделей компьютерных обучающих систем. Построение подмоделей в компьютерной системе повышения квалификации специалистов // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 10). – С. 2153-2157
2. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616с.
3. Казначеева, С.Н. Развитие познавательной активности студентов вуза Текст./ С.Н. Казначеева: Автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.01. - Нижний Новгород, 2007. 16 с.
4. Кривошеев А.О. Электронный учебник - что это такое?// Университетская книга. 1998. №2. С.13-15.
5. Меламуд М.Р. Методические основы построения компьютерного учебника для вузов: Автореф. дисс. канд. пед. наук. М., 1998.
6. Христочевский С.А. Методические основы проектирования электронных учебников // Проектирование образовательных информационных ресурсов, систем и технологий: Сб. докладов, сообщений. М., 1998. С.9-17.
7. Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. Томск: Изд-во Том. ун-та. М.: изд-во "Барс", 1997.
8. Смирнов А.Н. Проблемы электронного учебника // Математика в школе. 2000. №5. С.15-16.
9. Кинетика ядерного реактора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kinetika.city70.ru/> – 27.02.14.

УДК 378.147.111

ИНТЕРАКТИВНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ И ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ

А.Ю. Лагошный, старший преподаватель кафедры прикладной математики Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: alexlagosh@mail.ru

Е.А. Лагошная, ассистент кафедры автомобиля и автомобильное хозяйство Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: lenala@ua.fm

Н.В. Матысина, кандидат технических наук, доцент кафедры строительной, теоретической и прикладной механики Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,

г. Днепропетровск, Украина, e-mail: matysina@ua.fm

Аннотация. В настоящее время роль компьютерных технологий в обучении возрастает. В первую очередь это связано с поиском новых, более продуктивных форм и методов обучения и развитием систем дистанционного обучения. Интерактивные компьютерные модели могут быть использованы в качестве средств дистанционного обучения, причем для выполнения основных функций в учебном процессе.

Ключевые слова: информация, модель, информационная компьютерная модель, метод.

INTERACTIVE COMPUTER MODELS AND DISTANCE EDUCATION

A. Lagoshny, Senior Lecturer of Applied Mathematics Department
State Higher Educational Institution "Dnieper State Academy of Civil Engineering and Architecture", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: alexlagosh@mail.ru

O. Lagoshna, Assistant Professor of Automobiles and Automobile Economy Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: lenala@ua.fm

N. Matysina, Ph.D., Associate Professor of Structural, Engineering and Applied Mechanics Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: matysina@ua.fm

Abstract. Currently, the role of computer technology in education is increasing. This is primarily associated with search of new, more productive forms and methods of teaching and development of distance learning systems. Interactive computer models can be used as a means of distance learning, and to perform basic functions in the learning process.

Keywords: information, model, information computer model, method.

Введение. Дистанционное обучение является формой обучения, которая может быть использована как в системе открытого и непрерывного образования, так и в традиционной системе образования. Дистанционное обучение строится в соответствии с теми же целями и с тем же содержанием что и очное обучение. Дидактические принципы организации дистанционного обучения в основе своей те же, но возможности информационной среды Интернет, ее услуги обуславливают форму подачи и организации учебного материала, форму взаимодействия субъектов учебного процесса, дидактические принципы реализуются специфическими способами, обусловленными новой формой обучения. Особенности дистанционной формы обучения наиболее значимо сказываются в области обучения естественнонаучным дисциплинам. Данная проблема обусловлена тем,

что в этих дисциплинах традиционно предусматривается лабораторный практикум, но в условиях дистанционного обучения нет доступа к лабораториям учебных заведений. Следовательно, решать педагогические задачи (развитие интеллектуального, творческого потенциала, аналитического мышления и самостоятельности человека) посредством экспериментальных работ, так же как при традиционном обучении, ставится затруднительно. В то же время, исключение экспериментальных работ из этих дисциплин, ухудшит качество обучения. Следовательно, возникает необходимость в использовании средств обучения, которые позволяют с минимальными потерями качества обучения перейти к дистанционному обучению. Таковыми средствами могут выступать интерактивные компьютерные модели, разработанные для использования в сети и независимые от операционной платформы. Компьютерные модели в обучении применяются со времен появления компьютеров. Многие преподаватели признают, что компьютерные модели полезно использовать на стадии подготовки к выполнению достаточно сложного реального эксперимента. Но наряду с этим, среди преподавателей нет полного взаимопонимания относительно роли компьютерных моделей в обучении. Общим является справедливое утверждение о том, что компьютерная модель не может полностью вытеснить натуральный эксперимент. Однако проведение экспериментов с компьютерной моделью может занять свою нишу в дистанционном обучении.

Цель работы. Среди дидактических условий дистанционного обучения можно выделить те, которые обуславливают применение информационных компьютерных моделей:

- соответствие закономерностям учения;
- единство образовательной, воспитательной и развивающей функций обучения;
- стимуляция и мотивация положительного отношения студентов к учебе;
- сочетание абстрактности мышления с наглядностью в обучении;
- активность и самостоятельность студентов;
- системность и последовательность в обучении;
- прочность овладения содержанием обучения.

Существенное значение имеет психологическая сторона использования информационных компьютерных моделей. Воздействие на зрительный, слуховой, тактильный и иные каналы восприятия помогают формировать у студентов целостное отражение изучаемого объекта, явления или процесса и на этой основе интенсифицировать процесс познания. Сущность комплексного применения информационной компьютерной модели в рамках дистанционного обучения связывается с их возможностью (в за-

висимости от организации занятия преподавателем) активизировать мышление студентов, придать проблемно-деятельностный характер учебно-познавательному труду студентов. Применение информационной компьютерной модели в дистанционном обучении создает своеобразное психологическое «ускорение времени», за счет которого снимается отсроченность в использовании приобретенных знаний и принципиально изменяется отношение к полученным на занятиях знаниям. Немаловажно и то, что здесь преодолевается внутри личностный конфликт, обусловленный необходимостью «накапливать» знания с отсроченной полезностью.

Материал и результаты исследований. Наиболее очевидным применением информационной компьютерной модели является их использование в качестве тренажеров в случае проведения исследовательских и прикладных экспериментов, однако в условиях дистанционного обучения невозможно проведение реального эксперимента. По этой причине, традиционно, ограничиваются описанием явления и его свойств. Учитывая тот факт, что при пассивном поглощении информации студенты быстро теряют интерес к предмету, информационно компьютерную модель можно использовать в качестве замены натуральных экспериментов с целью повышения заинтересованности студентов. Подобный вариант активно используется в разных электронных учебниках и системах дистанционного обучения, но зачастую, он подвергается наибольшей критике со стороны преподавателей. Данный вариант не является полноценной заменой из-за того, что студенты работают не с объектом, а с его моделью. По этой причине, замещая натурные эксперименты на эксперименты с информационной компьютерной моделью необходимо тщательно подбирать методы обучения. Кроме того, информационную компьютерную модель можно использовать в качестве впечатляющего и запоминающегося зрительного образа, способствующего пониманию изучаемого явления и запоминанию важных деталей в большей степени, нежели соответствующие математические уравнения. Использование информационной компьютерной модели может способствовать развитию умственных способностей студентов, совершенствовать стиль мышления.

Все современные методы обучения (и в первую очередь дистанционное обучение) базируются на принципе конструктивизма, что предполагает активную работу студентов по формированию собственных знаний. Студенты работают с данными предоставленными преподавателем, научной информацией, литературой, участвуют в дискуссионных группах и т.п. Активные методы обучения являются важным методологическим компонентом, выступающим в качестве вспомогательного инструментария (средства) преподавателей для контроля, рефлексии (обратной связи) и систе-

матичности в обучении. В основе активного метода обучения лежит проблемная ситуация. Принцип проблемности отражает закономерность, относящуюся к усвоению опыта творческой деятельности, а также творческому усвоению знаний и способов деятельности. Этот принцип требует от преподавателя при проектировании семинаров дистанционного обучения изначально инициировать создание проблемных ситуаций и тем самым активизировать (интенсифицировать) учение, придавая ему черты творческой, поисковой деятельности. Работу с информационной компьютерной моделью можно рассматривать как один из элементов активной обучающей модели.

Использование метода исследовательского обучения позволяет организовать учебную деятельность таким образом, чтобы студенты самостоятельно поддерживали свое исследование. Метод включает пять состояний: постановку проблемы; эксперимент; анализ; принципы (законы, правила); решение проблемы. Первоначально студенты знакомятся с проблемой. Далее, на основе жизненного опыта и опыта полученного и проводимого эксперимента осуществляют рассмотрение вопроса с различных точек зрения. Затем осуществляется анализ опытных результатов. На основе полученных результатов выдвигают основные принципы и концепции. На основе полученных результатов выдвигают основные принципы и концепции, которые подвергаются дальнейшему исследованию, которое позволяет выйти на решение проблемы. Данный подход предпочтителен для изучения физической картины мира, поскольку в его основе заложено обучение на основе проб и ошибок. Информационные компьютерные модели позволяют студентам манипулировать объектами и видеть результаты своей деятельности, тем самым, развивая научную интуицию. Причем, осуществляться данный процесс может непосредственно в ходе поиска решения (отсутствует отсроченность во времени), что позволяет поддерживать интерес студентов.

Метод обучения на базе кейсов позволяет осуществить подход обучения, в котором включены исследовательская деятельность студентов, как по отдельности, так и во взаимодействии. Организационный момент предусматривает формирование преподавателем комплекта средств обучения (или «кейс»), причем обучаемые тоже могут принимать в этом участие. «Кейс» может состоять из различных материалов: текст, рисунки, аудио-видео материалы, в том числе и информационные компьютерные модели. После чего «кейс» предъявляется студентам, чья задача заключается в изучении его и всей информации, связанной с ним. Далее, в зависимости от предыдущих результатов, происходит переход в состояние обработки данных, поисковой деятельности или дискуссии. В ходе обработки

данных студенты анализируют информацию, полученную из «кейса», осуществляют поиск недостающей информации, затем рассматривают ее с различных точек зрения, что приводит к переходу в состояние осуществления тщательного анализа информации. К аналогичным переходам приводит обсуждение необходимости в поиске новой информации, ее анализе. Затем студенты представляют свои версии решения проблемы. Задача преподавателя осуществить анализ полученных решений и осуществить их разбор на следующем семинаре, что, в свою очередь, может привести к формированию нового кейса. В данной структуре информационная компьютерная модель может выступать в качестве одного из элемента кейса, позволяющего осуществлять поиск решения поставленной задачи.

Студентам требуется освоить, за сравнительно небольшой временной период, громадный познавательный материал, к этому добавляется неумение учиться и преодолевать трудности познавательной деятельности, в чем и состоит одна из серьезных причин нежелания многих учиться. Задача преподавателя заключается как раз в том, чтобы вызвать и сохранить именно работающий на успех учения мотив. Для этой цели используются стимулы: оптимальное удовлетворение врожденной потребности в познании через разумную организацию обучения; специальные стимулы, каждый из которых ориентирован на другие вполне определенные потребности студентов; создание общих благоприятных условий для учебного процесса, также стимулирующих познавательную деятельность. Компьютерная модель представляет собой наглядную демонстрацию исследуемого явления. Тем самым позволяет осуществить один из основных способов психолого-педагогического воздействия на студентов – управление их познавательной деятельностью. В процессе обучения словесная, знаковая, изобразительная форма наглядности всегда сопутствует абстрактному мышлению и непрерывно взаимодействует с внутренней наглядностью, обогащая последнюю новыми представлениями и связями, черпая из нее ранее приобретенный опыт. Корректно используя интерактивные свойства компьютерных моделей можно удовлетворять и поддерживать познавательные потребности студентов. Предоставляя студентам различные по степени сложности информационные компьютерные модели (количество степеней свободы, присутствие избыточной информации и т.п.) и характер предъявления для изучения одного явления можно организовать индивидуальную траекторию обучения, удовлетворяя личные потребности студентов.

Процесс построения модели вызывает затруднения у студентов, особенно на начальном этапе обучения. Изучение явления предусматривает следующие мыслительные действия и операции. Первоначально осу-

ществляется прием информации: раздражитель воздействует на органы чувств, в результате чего возникают нервные импульсы, которые по нервным проводящим путям поступают в головной мозг, обрабатываются там и формируются отдельные ощущения, на основе которых складывается целостный образ восприятия предмета, который сопоставляется с эталоном памяти, в результате чего происходит опознание предмета, а затем, при мысленном сопоставлении текущей информации и прежнего опыта, посредством мыслительной деятельности происходит осмысление, понимание информации. Причем, успешность определяется направленностью внимания на прием и понимание информации. Далее, посредством мыслительных операций формируются ассоциации и отсеиваются, что приводит к появлению предложений. Проверка предложений позволяет найти решение задачи. В процессе осуществления мыслительных действий можно использовать компьютерную модель. В первую очередь информационную компьютерную модель можно использовать как вспомогательное средство формирования целостного образа восприятия исследуемого явления и в качестве дополнительного средства обогащения памяти эталонами. Целостность восприятия обуславливается тем, что в предметах и явлениях действительности отдельные их признаки и свойства находятся в постоянной устойчивой зависимости. В восприятии отражаются устойчивые связи между компонентами предмета или явления. У студентов зачастую возникают проблемы с выявлением этих устойчивых связей. Используя информационную компьютерную модель в процессе обучения, можно ненавязчиво научить устанавливать наличие у исследуемого явления системы существенных признаков, поскольку модель может быть «очищена» от большинства несущественных признаков (их количество можно варьировать в зависимости от уровня обучения). Что касается обогащения памяти эталонами, то информационная компьютерная модель может занимать дополнительное место среди источников информации, наряду с книгами, фильмами и т.п., причем в отсутствии такого недостатка со стороны учебной деятельности студентов, как пассивное восприятие. Во-вторых, работа с информационной компьютерной моделью позволяет ускорить процесс мыслительной деятельности, направленной на осмысление, избавляет от огромного количества ассоциаций, которые будут отсеяны как несостоятельные. В-третьих, использование информационной компьютерной модели в цикле поиска верного решения позволит реализовать естественный способ обучения на основе проб и ошибок с большей продуктивностью. Кроме того, использование информационной компьютерной модели позволяет реализовывать следующие этапы познания студентами образовательных объектов:

- актуализация у студента субъективного образа объекта;
- отыскание и формулирование студентом смысла и сущности этого объекта;
- конструирование субъективной системы знаний об объекте.

Изучение информационной компьютерной модели реального объекта проходит стадию создания у студентов их чувственного образа, вычленения идеи, выделения свойств, отыскания причин, связей и закономерностей существования. Это позволяет студентам выстраивать личностную систему идеальных знаниевых конструктов, что предупреждает догматическую передачу студентам информации, первоначально отчужденной от их личной деятельности.

Выводы. В настоящее время роль компьютерных технологий в обучении возрастает. В первую очередь это связано с поиском новых, более продуктивных форм и методов обучения и развитием систем дистанционного обучения. Интерактивные компьютерные модели могут быть использованы в качестве средств дистанционного обучения, причем для выполнения основных функций в учебном процессе, таких как:

- визуализация учебной информации (например, в качестве включений в материал учебника);
- развитие определенных видов мышления (например, наглядно-образного);
- моделирование и имитирование изучаемых процессов или явлений (например, проведение виртуальных лабораторных практикумов);
- усиление мотивации обучения (например, за счет изобразительных средств, интерактивности программы и включения игровых ситуаций).

При разработке информационной компьютерной модели важно предусмотреть специальные меры по стимулированию учебной деятельности, поддержанию положительной мотивации к учению, созданию благоприятного режима работы. Необходимо вовлечь студентов в самостоятельную деятельность учения, имитируя практику, усиливая возможности анализа и синтеза изучаемых явлений и процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полат Е. Дистанционное обучение // Народное образование №4, 2003. – С. 115-118.
2. Бутиков Е.И. Интерактивные компьютерные модели в преподавании физики. Труды 4-й международной научно-технической конференции. Компьютерное моделирование 2003, 24 – 28 июня 2003 года. – Санкт-Петербург, 2003. – С. 50-52.
3. Хуторской А. Ключевые компетенции. Технология конструирования // Народное образование №5, 2003. – С. 55-61.
4. Айсмонтас Б.Б. Общая психология: Схемы. – М., 2003.

5. Гамезо М.В., Домашенко И.А. Атлас по психологии. М., 1996.

УДК 378.662.168:55(571.16)

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СЕТЕВЫХ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДИСЦИПЛИН ДЛЯ СТУДЕНТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И НЕФТЯНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ВУЗОВ

Е.В. Михеева, кандидат химических наук, доцент кафедры физической и аналитической химии

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, E-mail: mev@tpu.ru

Н.П. Пикула, кандидат химических наук, доцент кафедры физической и аналитической химии

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, E-mail: pikula@tpu.ru

Аннотация. Разработаны и реализуются модульно-дистанционные электронные сетевые учебно-методические комплексы дисциплин «Физическая и коллоидная химия» и «Метрология, стандартизация и сертификация» для обучения студентов геологических, нефтяных и химических направлений с использованием через Интернет систем управления обучением (LMS – Learning Management System).

Ключевые слова: дистанционное обучение, физическая химия, коллоидная химия, метрология, стандартизация, сертификация, модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда.

EXPERIENCE OF USE OF ELECTRONIC NETWORK EDUCATION AND METHODOLOGICAL COMPLEXES OF DISCIPLINES FOR STUDENTS OF GEOLOGICAL AND OIL SPECIALTIES OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

E.V. Mikheeva, Ph.D., Associate Professor, Department of Physical and Analytical Chemistry National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, E-mail: mev@tpu.ru

N.P. Pikula, Ph.D., Associate Professor, Department of Physical and Analytical Chemistry National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, E-mail: pikula@tpu.ru

Abstract. Modular and remote electronic network educational and methodical complexes of disciplines "Physical and colloidal chemistry" and "Metrology, standardization and certification" for training of students of the geological, oil and chemical directions with use on the Internet of learning management systems (LMS – Learning Management System) are developed and are realized.

Keywords: distance learning, physical chemistry, colloidal chemistry, metrology, standardization, certification, the modular object-oriented dynamic learning environment.

Введение. Внедрение современных технологий и методов обучения в систему открытого и дистанционного обучения позволяет педагогам и студентам использовать гибкие образовательные схемы в качестве комбинированных методов преподавания и освоения учебных дисциплин.

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» является теоретической основой для изучения физико-химических процессов и явлений, протекающих в земной коре, которые составляют предмет исследования геологии, минералогии, геохимии, гидрохимии и других наук. Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» посвящена решению задач обеспечения единства измерений; контроля качества продукции; метрологическому и нормативному обеспечению производств; разработке документов и проведению их метрологической экспертизы; подтверждению соответствия продукции необходимым требованиям; разработки систем менеджмента качества производств и испытательных лабораторий.

Цель работы: разработка сетевых учебно-методических комплексов дисциплин «Физическая и коллоидная химия» и «Метрология, стандартизация и сертификация» для обучения студентов геологических и нефтяных специальностей вузов.

Материал и результаты исследований. В настоящее время одной из самых распространенных (наряду с традиционными) форм обучения является электронное обучение e-learning (Moodle), осуществляющее процесс обучения через Интернет с использованием систем управления обучением (LMS – Learning Management System). Данная система была использована для обучения студентов Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета по дисциплинам «Физическая и коллоидная химия» и «Метрология, стандартизация и сертификация». Перед преподавателями встала задача изменения содержания и методики проведения лекционных, практических и лабораторных занятий, использования новых технологий обучения, чтобы студенты могли в полном объеме приобрести знания, умения и навыки, предусмотренные целями освоения данных дисциплин.

Особенностью разработанных программ является то, что процесс обучения может полностью проходить в дистанционном режиме с использованием электронной системы управления обучением «Moodle» (Modular Object - Oriented Dynamic Learning Environment – Модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда), через Интернет. Эта среда позволяет создать единое учебное пространство для студентов и преподавателей, дает преподавателю обширный инструментарий для представления учебно-методических материалов, проведения теоретических и практических занятий, организации учебной деятельности обучаю-

щихся как в индивидуальной, так и в групповой форме, а также проверки знаний и контроля успеваемости.

Материалы к сетевым электронным учебно-методическим комплексам по изучаемым дисциплинам представлены в пяти основных блоках: организационные материалы, теоретический раздел, практическая деятельность, контролирующий блок и инструменты коммуникации. Методическое обеспечение дисциплин включает лекционный курс, лабораторные работы, индивидуальные задания, нормативные документы, справочные материалы, вопросы для промежуточного и итогового контроля, тестовые задания. Разработанные электронные учебные пособия включают ряд анимационных и видеоматериалов, перекрестных ссылок между элементами учебного пособия, глоссарий, контролирующие материалы.

Организационные материалы по каждой дисциплине включают программу курса, рабочую программу дисциплины, рейтинг план и расписание курса с описанием целей и краткой аннотацией курса, межпредметных связей, инструкции по работе с курсом (рисунок 1).

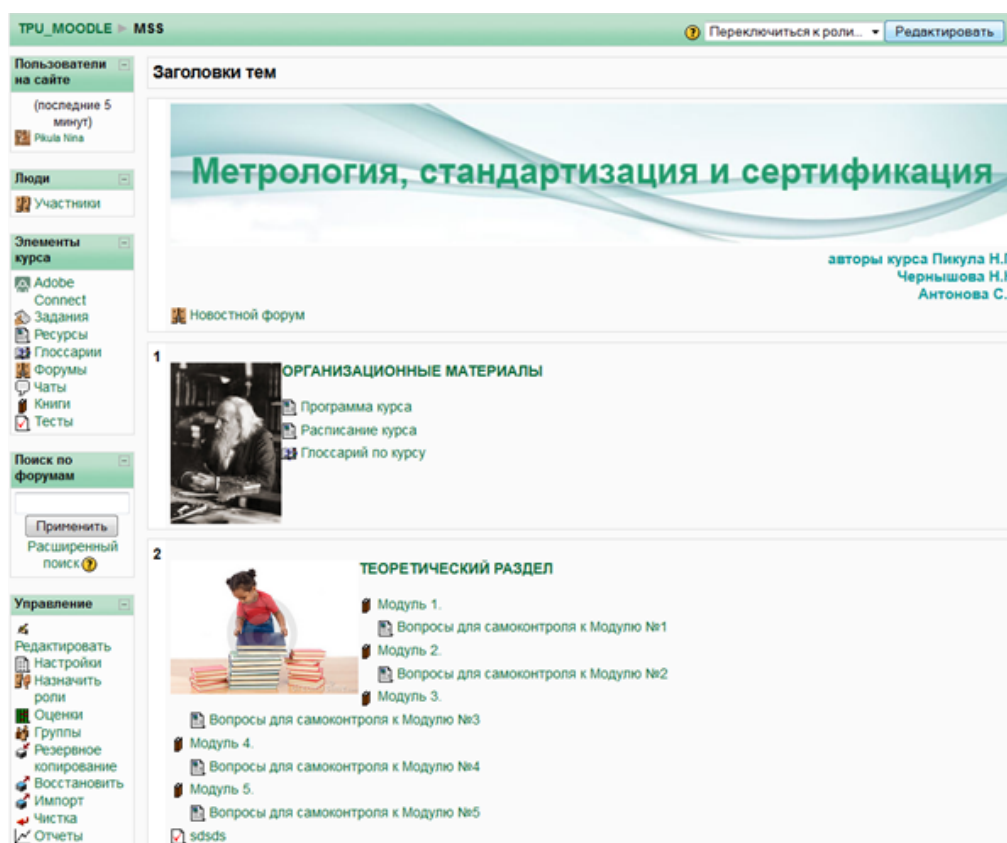


Рисунок 1 – Страница сетевого учебно-методического комплекса «Метрология, стандартизация и сертификация»

Теоретический раздел каждой дисциплины представлен в виде книги – многостраничного учебного материала, позволяющего преподавателю

презентовать материал курса в наиболее полном и структурированном виде, используя обычные [web](#)-страницы. Теоретический раздел дисциплины «Физическая и коллоидная химия» представлен семью основными модулями: химическая термодинамика, химическое и фазовое равновесие, растворы неэлектролитов, электрохимия, кинетика и катализ, поверхностные явления и дисперсные системы. Теоретический раздел дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» имеет четыре модуля: техническое регулирование; основы метрологии, включая физические величины, виды и средства измерения, метрологические характеристики средств и методик измерений; основы стандартизации, включая сущность, нормы, цели и принципы стандартизации, нормативные документы и характер требований в них, технический и технологический регламент; системы оценки и подтверждения соответствия, аккредитация, государственный надзор.

В каждом модуле в электронном виде представлены теоретические материалы, варианты выполнения индивидуальных домашних заданий, анимационные и видеоматериалы. Возможность комбинирования различных форм представления информации дает целый ряд преимуществ, позволяющих адаптировать курс к индивидуальным особенностям студентов. Известно, что представление информации в визуальном виде в несколько раз эффективнее восприятие информации на слух и при чтении текстового материала, поэтому, использование анимации и видео позволяет представить изучаемый материал в более динамичной, интересной и запоминающейся форме.

Практические разделы дисциплин включают в себя лабораторные работы по основным разделам. Лабораторные работы содержат теоретическую часть, экспериментальную часть, шаблон выполнения отчета, контрольные вопросы и вопросы к коллоквиуму.

Самостоятельная работа студентов по дисциплинам включает выполнение большого количества различных заданий. Задачи и задания составляются преподавателем индивидуально для каждого студента, согласно его варианту, разбирается пример выполнения задания. Решение задачи студент представляет в электронном виде. После проверки задания преподаватель пишет отзыв, позволяющий студенту узнать о правильности выполнения задачи или задания, возможных ошибках в расчетах, а также полученное за задание количество баллов (рисунок 2).

The screenshot shows a web browser window displaying a Moodle submission page. The browser's address bar shows the URL: <http://mdl.lcg.tpu.ru:82/mod/assignment/submissions.php?id=9193>. The page header includes the logo of the National Research Tomsk Polytechnic University (LMS) and the text: "Национальный исследовательский Томский политехнический университет". Below the header, the breadcrumb trail reads: "TPU_MOODLE > FizichKollHimiya > Задания > Задача № 6 "Расчет изменения энергии Гиббса в различных процессах" > Ответы".

At the top right, there is a form for entering the user's name and surname, with the text: "Имя: Все АБВГДЕЁЖЗИКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЭЮЯ" and "Фамилия: Все АБВГДЕЁЖЗИКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЭЮЯ". Below this, it says "Страница: 1 2 (Далее)".

Фамилия ↓ / Имя	Оценка	Отзыв	Последнее изменение (Студент)	Последнее изменение (Учитель)
Azarenko Olesya	2 / 2	Верно.	zadanie6.doc суббота 24 Сентябрь 2011, 15:15	суббота 24 Сентябрь 2011, 20:57
Hasanova Renata	2 / 2	Решени...	Gibbs_v_rasl_proz.doc среда 2 Ноябрь 2011, 00:16	среда 2 Ноябрь 2011, 08:38
Kaminskaya Yaroslavna	2 / 2	Верно.	Zadanie_6_Kaminskaja_JA.doc среда 5 Октябрь 2011, 21:46	четверг 6 Октябрь 2011, 08:31
Kozueva Svetlana	2 / 2	При ...	Zadanie_6.docx вторник 4 Октябрь 2011, 14:21	вторник 4 Октябрь 2011, 20:06
Kriventsov Artem	2 / 2	Верно.	Zadanie_6_1.docx понедельник 17 Октябрь 2011, 23:03	вторник 18 Октябрь 2011, 08:09
Lobanova Alena	2 / 2	Верно.	lobanova_A_A.doc среда 28 Сентябрь 2011, 13:53	понедельник 3 Октябрь 2011, 10:46
Mitin Andrey	-			
Morozov Dmitry	-			
Panova Elena	2 / 2	Верно.	zadacha6.doc понедельник 26 Сентябрь 2011, 16:23	понедельник 26 Сентябрь 2011, 19:45
Pikula Nina	2 / 2	Верно.	Zadacha_6.doc суббота 8 Октябрь 2011, 17:05	воскресенье 9 Октябрь 2011, 15:15

Рисунок 2 – Страница сетевого учебно-методического комплекса «Задания»

Лабораторные работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» позволяют студентам младших курсов освоить непростые процедуры метрологического обеспечения производства, проведения измерений, оценивания характеристик погрешности результатов измерений, практику использования и актуализации нормативных документов в работе предприятий и организаций, использования технических регламентов и стандартов при оценивании качества и безопасности продукции, проведения работ с целью подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, метрологического контроля и надзора на предприятии.

Для оценки качества усвоения пройденного материала используется контролирующий блок. Основным средством проверки знаний студентов является тест, который позволяет с минимальными затратами времени преподавателя объективно оценить знания большого количества студентов. Хорошо сконструированный тест, предоставляет необходимую информацию для преподавателя о степени усвоения материала студентами. Тестирование может стать для студентов тем необходимым инструментом, с помощью которого они могут сами оценить свою работу и определиться в дальнейшей деятельности.

Тест состоит из различного типа вопросов, добавленных из банка вопросов: в закрытой форме, с коротким ответом, на установление соответ-

ствия, на установление правильной последовательности.

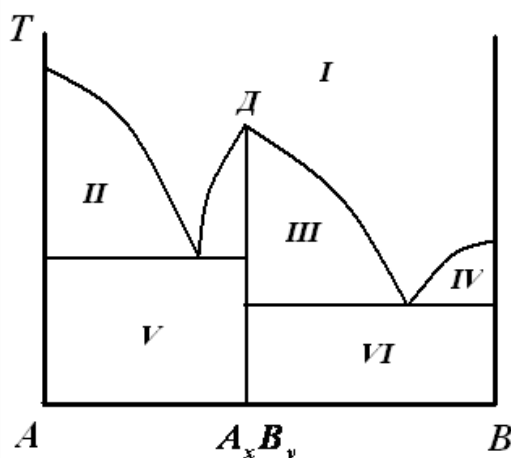
Тестирование студентов проводится после изучения каждого раздела дисциплины в течение всего срока обучения. Каждый тест включает от 30 до 50 вопросов различной трудности: выбрать верное определение какого-либо понятия, правильно записать уравнение для расчета какой-либо физико-химической величины, правильно выбрать графическую зависимость, провести необходимые расчеты.

Например, для раздела «Фазовое равновесие в двухкомпонентной системе» по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» тестовое задание выглядит следующим образом (рисунок 3).

14

Баллов: 2

Установите соответствие между номером поля на диаграмме и его значением

механическая смесь кристаллов B и $A_x B_y$

Выбрать... ▾

механическая смесь кристаллов A и $A_x B_y$

Выбрать... ▾

расплав

Выбрать... ▾

расплав и кристаллы компонента A

Выбрать... ▾

расплав и кристаллы $A_x B_y$

Выбрать... ▾

расплав и кристаллы компонента B

Выбрать... ▾

Рисунок 3 – Пример тестового задания на установление соответствия раздела «Фазовое равновесие в двухкомпонентной системе»

После проведения тестирования каждый студент набирает определенное количество баллов, которое переводится в итоговую оценку. Гистограмма колебаний числа достижений студентов после прохождения тестирования по модулю «Химическая термодинамика» представлена на рисунке 4.

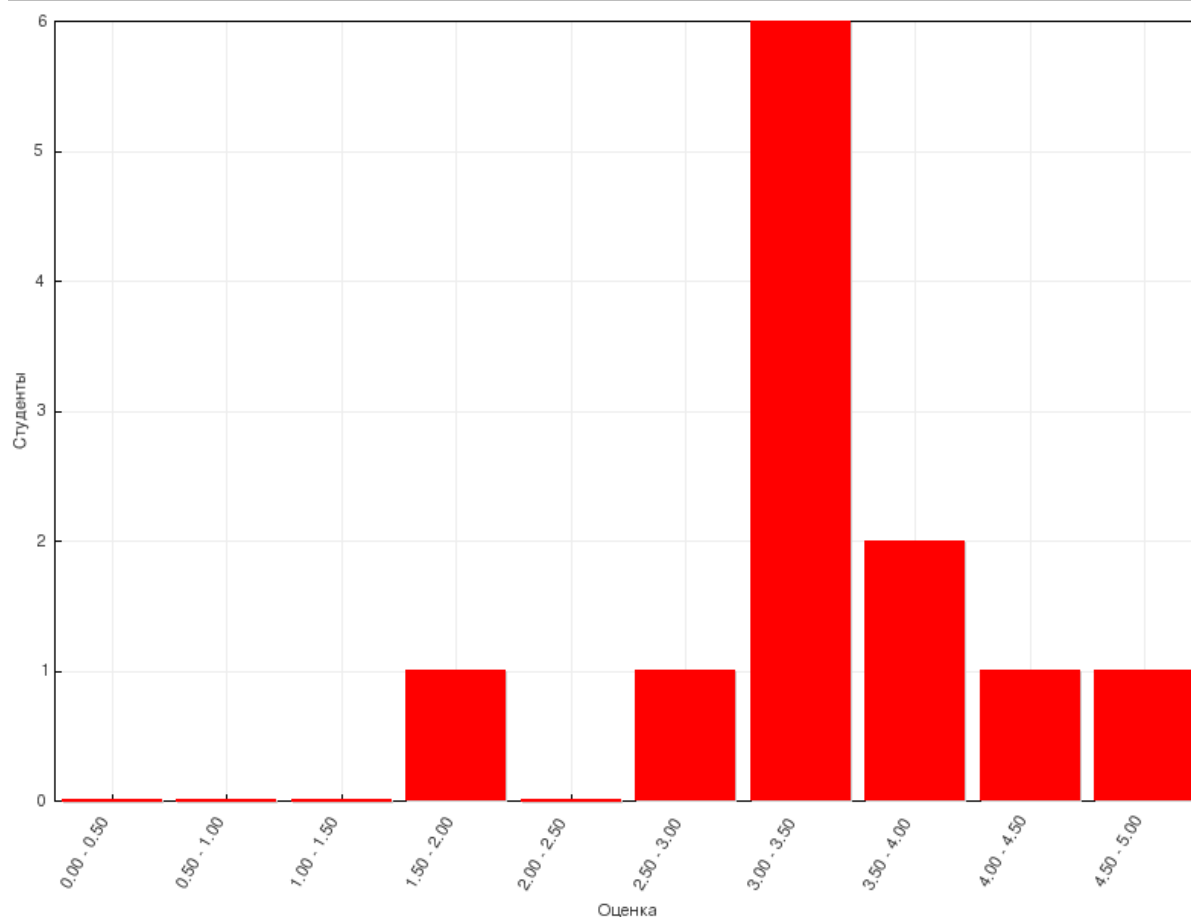


Рисунок 4 – Гистограмма колебаний числа достижений студентов по модулю «Химическая термодинамика».

Из приведенной гистограммы следует, что основная часть студентов удовлетворительно справилась с предложенными заданиями теста.

После прохождения теста формируется отчет об оценках: оцениваемые учебные элементы отправляют свои оценки в журнал, в дальнейшем эти оценки доступны преподавателю курса. Преподаватель имеет доступ ко всем оценкам, в то время, как студенту доступны только его собственные оценки.

Следующее важнейшее условие создания эффективной обучающей программы – обеспечение необходимого уровня обратной связи с обучаемым. Для обратной связи используются инструменты коммуникации, который содержит чат и форум. Форум дает возможность студентам задавать вопросы и отвечать на вопросы, участвовать в дискуссиях, совместно решать поставленные задачи и, соответственно, учиться друг у друга. Эффективной оценкой обучения могут быть высказывания самих студентов:

Панова Елена, группа 2А590 Институт природных ресурсов ТПУ: «Обучение в системе e-learning приятно меня удивило: оно оказалась очень удобным и простым решением для многих студенческих проблем! Во-

первых, конечно, это свободный доступ ко всем материалам курса: по другим предметам этого катастрофически не хватает. Лекции, примеры решения задач, теория и указания к выполнению всех лабораторных работ: очень важно, на мой взгляд, иметь возможность изучать и разбирать это в любое время в течение семестра. Во-вторых, порадовал свободный график сдачи коллоквиумов и экзамена. Можно самостоятельно спланировать свое время и, без спешки подготовившись, написать тест в удобное время. Также нет никаких замечаний к ИДЗ. К каждой теме прилагается несколько примеров решения соответствующих задач, что существенно облегчает понимание материала и, как следствие, выполнение ИДЗ. В целом, система Moodle оставила только положительные впечатления! Очень понравилась скорость проверки наших работ! Не нужно было ждать результатов неделю, от лекции до лекции. Очень интересно было поучаствовать в этой программе! Большое спасибо!»

Предложенная методика проведения занятий позволит студентам геологических и нефтяных специальностей вузов освоить сложные разделы, используя предлагаемые алгоритмы и программы. Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов.

Выводы: Таким образом, разработанные сетевые учебно-методические комплексы оказались очень удобными для преподавания дисциплин «Физическая и коллоидная химия» и «Метрология, стандартизация и сертификация» и будут использоваться в дальнейшем для других направлений подготовки студентов Томского политехнического университета.

УДК 378.141

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕСТОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ

Т.А. Письменкова, ассистент кафедры основ конструирования механизмов и машин
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск, Украина, e-mail: pismenkovat@nmu.org.ua

К.А. Зиборов, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры основ конструирования механизмов и машин
Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
г. Днепропетровск, Украина, e-mail: ziborov@nmu.org.ua

В.В. Против, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры технологии горного машиностроения

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: protziv@ukr.net

Аннотация. Статья раскрывает возможности решения проблемы осуществления мониторинга успеваемости студентов, через создание системы объективной проверки уровня их достижений с использованием информационных технологий. Показаны особенности функционирования разработанного программного комплекса. Сделан акцент на учете уровня сложности вопроса, весового коэффициента тематического модуля и на затраченном при тестировании студентом времени, что обосновывает характеристику предложенной автоматизированной системы тестирования как надежного и валидного инструментария.

Ключевые слова: мониторинг успеваемости, автоматизированная система, уровень сложности вопроса.

FEATURES OF VERIFICATION AUTOMATED TESTING SYSTEM KNOWLEDGE OF STUDENTS

T. Pismenkova, Teaching Assistant of Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: pismenkovat@nmu.org.ua

K. Ziborov, Ph.D., Associate Professor, the Head of the Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: ziborov@nmu.org.ua

V. Protsiv, Doctor of technical Sciences, Professor, Head of Mining Engineering Department
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: protziv@ukr.net

Abstract. The article uncovers the possibilities of students' achievement monitoring by system of objective examinations of their acquisitions using information technologies. The distinguish features of developed program complex are denoted. The paper highlights level of complexity of a question, weighting coefficient of thematic module and time that is spent by student for answering the test. It substantiates characteristic of automated testing system as reliable and valid tool.

Keywords: performance monitoring, automated system, the level of complexity of the issue.

Введение. С ростом объема научной информации и переориентации образования на европейские нормы, в учебных планах высших учебных заведений уменьшается количество часов, отводимых на аудиторную под-

готовку. Возникает вопрос о пересмотре и оптимизации содержания дисциплин с учетом современных требований. Постоянно совершенствуются теория и методика преподавания на основе новых информационных технологий обучения, активизирующих учебную деятельность студентов и развивающих их творческие способности. В этих условиях большое значение имеет определение того, какие из новых методов обучения дают наибольший эффект. Для этого необходимо применять наиболее современные и научно-обоснованные методы контроля текущих и итоговых знаний которые соответствуют системе обеспечения качества в Европейском образовательном пространстве высшего образования.

Согласно европейским стандартам и рекомендациям по обеспечению качества, оценивание студентов - один из важнейших элементов высшего образования [1].

Актуальной становится процедура создания в образовательном учреждении прозрачной мобильной системы постоянного внутреннего аудита достижений студентов на основе использования независимых механизмов контрольно - оценочных процедур.

Одной из таких систем является технология автоматизированного мониторинга качества обучения, которая позволит оперативно оценить текущую учебную деятельность студентов и своевременно скорректировать учебный процесс для достижения конечного результата - приобретение студентами компетенций, необходимых для успешного выполнения профессиональной деятельности. Эта система имеет ряд преимуществ перед традиционными устными и письменными экзаменами, недостатками которых является высокая организационная сложность, большая трудоемкость работ, ограниченное (регламентированное) время проверки, присутствие субъективного и психологического факторов.

При создании и освоении системы объективной проверки уровня достижений студентов в образовании сегодня особенно актуально активное использование автоматизированных систем. Это помогает поддерживать нужный образовательный уровень студентов, предоставляет преподавателю возможность уделять больше внимания индивидуальной работе со студентами и освобождает его от многих формальных и трудоемких процедур.

С помощью компьютера организуется непрерывная обратная связь в виде предварительного, текущего и рубежного контроля, способствующая улучшению управления процессом обучения и повышения качества усвоения учебного материала.

Применение информационных технологий в процедурах оценки уровня достижений студента (используются принципы тестового подхода,

многобальной шкалы оценки и статистических методов обработки и анализа) оправдано тем, что:

– наиболее распространенные на современном этапе формы оценки достижений студентов (экзамен, зачет, коллоквиум и т.д.) основываются на мнении одного или нескольких преподавателей. И хотя практика подтвердила необходимость таких форм контроля, все же при устном опросе на оценку уровня достижений студента могут негативно повлиять такие факторы, как снисходительность, антипатия, недооценка или переоценка ответа со стороны преподавателя. Следовательно, такая оценка не может рассматриваться в качестве объективной;

– имеют место существенные проблемы при проведении массовых испытательных мероприятий, связанные с большим объемом информации, которую необходимо подготовить, обработать и проанализировать за относительно короткий промежуток времени;

– отсутствует соответствующий инструментарий для предварительного контроля студентом собственных знаний и оценки им своей готовности к контрольным мероприятиям.

Часто именно поэтому у студента возникает или неуверенность в своих силах и страх перед оценкой, или необоснованная переоценка уровня собственных знаний и беспечное отношение при подготовке к контрольным мероприятиям.

Цель статьи - обоснование основных принципов функционирования автоматизированной системы оценивания достижений студентов, учитывающих уровень сложности вопроса, весовой коэффициент тематического модуля, время, использованное студентом для ответа, и удовлетворяющей требованиям Европейских стандартов и рекомендаций по обеспечению качества.

Материалы исследований. В Национальном горном университете на кафедре основ конструирования механизмов и машин разработан программный комплекс автоматизированной оценки уровня достижений студентов. Комплекс предназначен для компьютерного тестирования уровня достижений студентов, как на отдельном компьютере, так и на любом компьютере, подключенном к локальной сети кафедры.

Программный комплекс построен на базе программы электронных таблиц Excel пакета Microsoft Office для операционной системы Microsoft Windows. Управление осуществляется макросами, написанными на языке программирования Visual Basic for Applications.

В программном комплексе предусмотрено восемь тестов. Каждый из предложенных тестов состоит из 13 заданий (рис. 1). На базе тестов сформировано 104 билета. Билеты формируются путем декомпозиции суще-

ствующих заданий, приведенных в тестах. Количество билетов определяет преподаватель, проводящий контрольные мероприятия. Каждый билет, может содержать от одного до 13 заданий. Задание имеет четыре варианта ответа, правильным может быть только один ответ.

В билете указывается учебный год, название учебной дисциплины (или ее аббревиатурное сокращение), номер модуля, по материалам которого проводится контрольное мероприятие, и название кафедры, на которой преподается дисциплина.

В тестах предусмотрена возможность размещения графической информации (рисунки и формулы) как в заданиях, так и в вариантах ответов. Графическая информация заносится в программный комплекс через буфер обмена Windows. Внесенную в программу графическую информацию можно изменять в размерах и по месту расположения.

Задания тестов предусматривают определение степени сложности. Степень сложности задания зависит от вида умений, которые студент должен продемонстрировать при ответе, и совпадает со степенью сложности компетенций, отраженных в программе учебной дисциплины. Как и структура любой деятельности, степень сложности компетенций, соответственно и степень сложности вопроса, представлены в виде четырех последовательных степеней.

К 1-ой степени сложности относят репродуктивную деятельность, направленную на идентификацию информации при повторном ее предъявлении в виде готового решения.

К 2-ой – относят алгоритмическую деятельность по памяти, направленную на прямое использование известных методов решения задач.

К 3-ей – относят эвристическую деятельность, направленную на решение задач, требующих преобразования известных методов и создание необходимых алгоритмов в ходе самого решения.

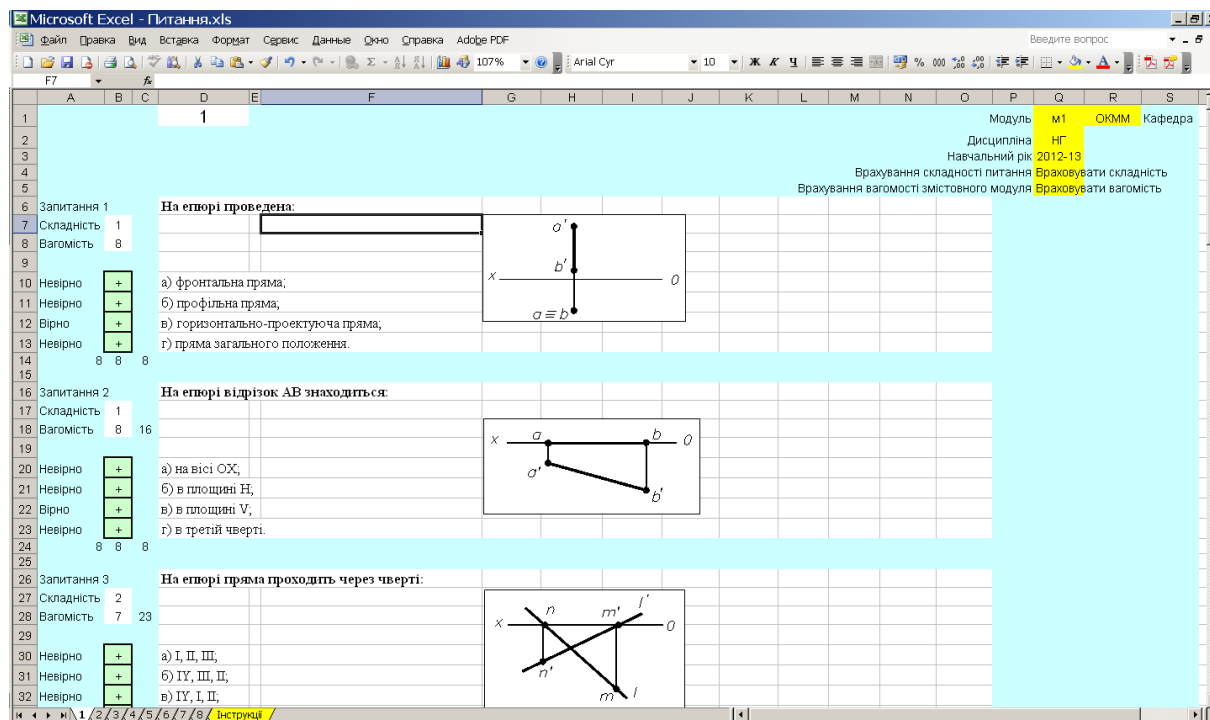
К 4-ой – относят творческую деятельность, направленную на получение объективно новой информации.

Степень компетенций (степень сложности задания), которые выносятся на контрольные мероприятия, учитывается при оценке уровня сформированности компетенции у студентов как коэффициент сложности ($K_{СК}$). Количество заданий и степень их сложности в каждом билете одинаковы.

В программном комплексе учтена значимость смысловых модулей (рис. 1), информационная составляющая которых отражена в заданиях.

Коэффициент весомости ($K_{в\alpha r}$) каждого задания составляет от одного до 100 и зависит от процента весомости смыслового модуля в общем объеме материала дисциплины. Сумма коэффициентов весомости всех заданий в билете должна равняться 100.

Поскольку при тестировании важным фактором является время, в программном комплексе есть возможность его ограничения для контроля и предусмотрено влияние затраченного времени на оценку. Предложенный программный комплекс позволяет устанавливать максимальное время на решения билета.



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Питання.xls" with the following content:

Модуль	M1	ОКММ	Кафедра
Дисципліна	НГ		
Навчальний рік	2012-13		
Бракування складності питання	Бракувати складність		Бракувати вагомість
Бракування вагомості змістовного модуля	Бракувати вагомість		
1	1		
2			
3			
4			
5			
6	Запитання 1	На епюрі проведена:	
7	Складність	1	
8	Вагомість	8	
9			
10	Невірно	<input type="checkbox"/>	а) фронтальна пряма;
11	Невірно	<input type="checkbox"/>	б) профільна пряма;
12	Вірно	<input checked="" type="checkbox"/>	в) горизонтально-проектуюча пряма;
13	Невірно	<input type="checkbox"/>	г) пряма загального положення.
14	8	8	8
15			
16	Запитання 2	На епюрі відрізок АВ знаходиться:	
17	Складність	1	
18	Вагомість	8	16
19			
20	Невірно	<input type="checkbox"/>	а) на вісі OX,
21	Невірно	<input type="checkbox"/>	б) в площині H,
22	Вірно	<input checked="" type="checkbox"/>	в) в площині V,
23	Невірно	<input type="checkbox"/>	г) в третій чверті.
24	8	8	8
25			
26	Запитання 3	На епюрі пряма проходить через чверті:	
27	Складність	2	
28	Вагомість	7	23
29			
30	Невірно	<input type="checkbox"/>	а) I, II, III,
31	Невірно	<input type="checkbox"/>	б) IX, III, II,
32	Невірно	<input type="checkbox"/>	в) IX, I, II,

Рис. 1. – Пример оформления заданий тестового комплекса

После завершения максимально разрешенного времени на решение билета, автоматически блокируется возможность ответов и система подсчитывает оценку. Также предусмотрено учитывать скорость решения студентами заданий. В случае включения такого параметра, оценка снижается до 20%, если студент затратил на решение больше половины отведенного времени. Преподаватель может корректировать отведенное для решения билета время, учитывая специфику дисциплины, сложность и количество предложенных вопросов.

После того как студент решил все задания билета или по окончании отведенного времени, программа автоматически подсчитывает и выставляет оценку по национальной четырехбалльной, стобалльной, международной шкалам и в процентах. Оценка в баллах подсчитывается по формуле:

$$O = \frac{\sum_{i=1}^n (K_{ваг_i} K_{ск_i})}{\sum_{i=1}^n n (K_{ваг_i} K_{ск_i})} 100 t, \text{ бал}$$

где $\sum_{i=1}^n$ - сумма численных показателей полученных студентом при решении заданий билета (каждый численный показатель задания равен произведению весового коэффициента ($K_{ваг_i}$) и коэффициента сложности ($K_{ск_i}$) соответствующего i -го задания);

$\sum_{i=1}^n n$ - сумма численных показателей заданий билета;

n - количество заданий в билете;

t - коэффициент времени, затраченного для решения билета; равен единице, когда $t_{\partial} \leq t_{\max}$, и 0,8, когда $t_{\partial} > t_{\max}$;

t_{∂} - время, затраченное студентом для решения билета;

t_{\max} - время, отведенное преподавателем для решения билета.

Оценка по национальной шкале и шкале ECTS выставляется в соответствии со шкалой сопоставления [3], как это видно из рис. 2.

Результаты каждой попытки тестирования студента заносятся в файл электронной ведомости студентов соответствующей группы (рис.3), где хранится информация обо всех попытках тестирования каждого студента - дата, время, оценка по трем системам, лучший результат тестирования и дата последней попытки. Системой также сохраняется файл с лучшим результатом тестирования и файл последней попыткой тестирования.

При необходимости, файлы результатов тестирования студентов могут быть выведены на печать и подписаны их авторами для сохранения бумажного отчета о результатах контрольного мероприятия.

В случае, когда преподавателю, по каким либо причинам, необходимо студента или группу студентов не допустить к контрольным мероприятиям, система позволяет ограничить доступ этих лиц к сдаче дисциплины или отдельного модуля.

В представленной системе, за счет изменения позиций заданий и последовательности ответов (правильный ответ каждый раз стоит на другом месте в каждом конкретном задании в разных билетах) достигается значительное снижение вероятности угадывания правильного ответа и повышается объективность и обоснованность аттестации студента.

Microsoft Excel - 2013-14 ГР-13-2-НГ-м1 Демус Оксана Сергіївна.xls

Тестовий контроль НГ-м1

Студент: ГР-13-2 Демус Оксана Сергіївна (група) (прізвище, ініціали)

Час, відведений на тестування: **0:40:00** Дата і час складання тесту: **25.01.2014 20:31**

Час, витрачений на відповіді: **0:01:14**

Автоматично позначати вірну відповідь (обрати курсором потрібну **зелену** клітинку і натиснути ліву кнопку миші)? → **ТАК** **НІ**

Відповідайте на запитання

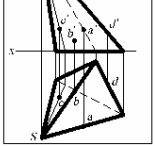
Вірно

а) А;

б) D;

в) С;

г) В.



Запитання 12 **В яких точках пряма m перетина поверхню призми?**

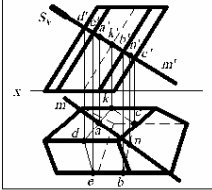
Невірно

а) D і С;

б) А і N;

в) К і С;

г) Е і N.



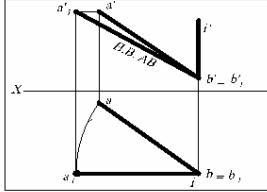
Запитання **13** **Яким методом визначена натуральна величина відрізка АВ?**

а) обертанням навколо горизонтально-проектуючої прямої;

б) обертанням навколо фронтально-проектуючої прямої;

в) методом заміни площин проекцій;

г) обертанням навколо горизонталі.



Підсумкова оцінка у різних системах:
 відсотках..... 82 - % (невраховуючи час відповіді)
 100-бальній..... 82 - бали
 5-бальній..... 4 - бали
 ЕСТS..... В - дуже добре

Рис. 2 – Итоговая оценка представлена в разных системах

Microsoft Excel - 2013-14 ГР-13-1+ГМ-м1.xls

		Результати тестування м1 (модульний контроль)					
		з дисциплін(и) ПМ					
		кафедри ОКММ 2013-14				навчального року	
		студентів групи ГР-13-1				- викладач доц. Зіборов К.А.	
5 136) Дозволена кількість спроб тестування - 10						104 - номер останнього використаного варіанту	
№ з/п	Прізвище імя по батькові (ініціали) студента	Кількість тестувань	Дата і час останнього тестування	Найкраща одержана оцінка, 100/5/7	Номер варіанту найкращого тестування	Архів тестування (дата і час, номер варіанту, отримана оцінка)	
7	Березовський Олександр Михайлович	5	30.12.2013 9:51	69/3/D	82	25.12.2013 12:45:39, 25, 34, 26.12.2013 11:19:44, 59, 47, 27.12.2013 10:47:12, 82, 69, 28.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:31:21, 6, 39, 25.12.2013 12:46:56, 24, 19, 26.12.2013 10:25:39, 51, 60, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:27:45, 4, 52, 25.12.2013 13:01:25, 31, 19, 26.12.2013 10:36:34, 53, 44, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:31:04, 3, 6, 25.12.2013 13:14:24, 32, 6, 26.12.2013 13:27:55, 69, 60, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:26:09, 8, 48, 25.12.2013 12:43:17, 23, 44, 26.12.2013 10:14:47, 50, 51, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:18:27, 5, 6, 25.12.2013 12:55:10, 22, 60, 26.12.2013 11:28:46, 62, 84, 27.12.2013 10:39:07, 24.12.2013 10:48:17, 13, 16, 25.12.2013 13:06:07, 29, 22, 26.12.2013 10:45:48, 54, 12, 27.12.2013 14:04:41, 73, 62, 24.12.2013 10:52:13, 10, 43, 25.12.2013 13:57:50, 42, 25, 26.12.2013 14:22:57, 71, 0, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 12:25:23, 17, 25, 25.12.2013 13:44:53, 41, 35, 26.12.2013 12:38:05, 65, 51, 27.12.2013 9:27:58, 26.12.2013 12:28:10, 14, 65, 25.12.2013 12:51:51, 29, 100, 26.12.2013 9:34:02, 48, 47, 24.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 12:20:47, 21, 47, 26.12.2013 14:30:48, 72, 53, 27.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
8	Гвоздецький Артем Юрійович	4	27.12.2013 10:31	79/4/C	79	24.12.2013 10:31:21, 6, 39, 25.12.2013 12:46:56, 24, 19, 26.12.2013 10:25:39, 51, 60, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:27:45, 4, 52, 25.12.2013 13:01:25, 31, 19, 26.12.2013 10:36:34, 53, 44, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:31:04, 3, 6, 25.12.2013 13:14:24, 32, 6, 26.12.2013 13:27:55, 69, 60, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:26:09, 8, 48, 25.12.2013 12:43:17, 23, 44, 26.12.2013 10:14:47, 50, 51, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:18:27, 5, 6, 25.12.2013 12:55:10, 22, 60, 26.12.2013 11:28:46, 62, 84, 27.12.2013 10:39:07, 24.12.2013 10:48:17, 13, 16, 25.12.2013 13:06:07, 29, 22, 26.12.2013 10:45:48, 54, 12, 27.12.2013 14:04:41, 73, 62, 24.12.2013 10:52:13, 10, 43, 25.12.2013 13:57:50, 42, 25, 26.12.2013 14:22:57, 71, 0, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 12:25:23, 17, 25, 25.12.2013 13:44:53, 41, 35, 26.12.2013 12:38:05, 65, 51, 27.12.2013 9:27:58, 26.12.2013 12:28:10, 14, 65, 25.12.2013 12:51:51, 29, 100, 26.12.2013 9:34:02, 48, 47, 24.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 12:20:47, 21, 47, 26.12.2013 14:30:48, 72, 53, 27.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
9	Глушман Ігор Миколайович	5	28.12.2013 10:28	74/4/C	78	24.12.2013 10:31:21, 6, 39, 25.12.2013 12:46:56, 24, 19, 26.12.2013 10:25:39, 51, 60, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:27:45, 4, 52, 25.12.2013 13:01:25, 31, 19, 26.12.2013 10:36:34, 53, 44, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:31:04, 3, 6, 25.12.2013 13:14:24, 32, 6, 26.12.2013 13:27:55, 69, 60, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:26:09, 8, 48, 25.12.2013 12:43:17, 23, 44, 26.12.2013 10:14:47, 50, 51, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:18:27, 5, 6, 25.12.2013 12:55:10, 22, 60, 26.12.2013 11:28:46, 62, 84, 27.12.2013 10:39:07, 24.12.2013 10:48:17, 13, 16, 25.12.2013 13:06:07, 29, 22, 26.12.2013 10:45:48, 54, 12, 27.12.2013 14:04:41, 73, 62, 24.12.2013 10:52:13, 10, 43, 25.12.2013 13:57:50, 42, 25, 26.12.2013 14:22:57, 71, 0, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 12:25:23, 17, 25, 25.12.2013 13:44:53, 41, 35, 26.12.2013 12:38:05, 65, 51, 27.12.2013 9:27:58, 26.12.2013 12:28:10, 14, 65, 25.12.2013 12:51:51, 29, 100, 26.12.2013 9:34:02, 48, 47, 24.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 12:20:47, 21, 47, 26.12.2013 14:30:48, 72, 53, 27.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
10	Греков Олександр Євгенович	5	28.12.2013 10:39	82/4/B	98	24.12.2013 10:31:04, 3, 6, 25.12.2013 13:14:24, 32, 6, 26.12.2013 13:27:55, 69, 60, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:26:09, 8, 48, 25.12.2013 12:43:17, 23, 44, 26.12.2013 10:14:47, 50, 51, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:18:27, 5, 6, 25.12.2013 12:55:10, 22, 60, 26.12.2013 11:28:46, 62, 84, 27.12.2013 10:39:07, 24.12.2013 10:48:17, 13, 16, 25.12.2013 13:06:07, 29, 22, 26.12.2013 10:45:48, 54, 12, 27.12.2013 14:04:41, 73, 62, 24.12.2013 10:52:13, 10, 43, 25.12.2013 13:57:50, 42, 25, 26.12.2013 14:22:57, 71, 0, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 12:25:23, 17, 25, 25.12.2013 13:44:53, 41, 35, 26.12.2013 12:38:05, 65, 51, 27.12.2013 9:27:58, 26.12.2013 12:28:10, 14, 65, 25.12.2013 12:51:51, 29, 100, 26.12.2013 9:34:02, 48, 47, 24.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 12:20:47, 21, 47, 26.12.2013 14:30:48, 72, 53, 27.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
11	Зубков Максим Ігорович	6	30.12.2013 9:51	74/4/C	101	24.12.2013 10:26:09, 8, 48, 25.12.2013 12:43:17, 23, 44, 26.12.2013 10:14:47, 50, 51, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:18:27, 5, 6, 25.12.2013 12:55:10, 22, 60, 26.12.2013 11:28:46, 62, 84, 27.12.2013 10:39:07, 24.12.2013 10:48:17, 13, 16, 25.12.2013 13:06:07, 29, 22, 26.12.2013 10:45:48, 54, 12, 27.12.2013 14:04:41, 73, 62, 24.12.2013 10:52:13, 10, 43, 25.12.2013 13:57:50, 42, 25, 26.12.2013 14:22:57, 71, 0, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 12:25:23, 17, 25, 25.12.2013 13:44:53, 41, 35, 26.12.2013 12:38:05, 65, 51, 27.12.2013 9:27:58, 26.12.2013 12:28:10, 14, 65, 25.12.2013 12:51:51, 29, 100, 26.12.2013 9:34:02, 48, 47, 24.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 12:20:47, 21, 47, 26.12.2013 14:30:48, 72, 53, 27.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
12	Каліниченко Іван Миколайович	4	27.12.2013 10:39	84/4/B	62	24.12.2013 10:18:27, 5, 6, 25.12.2013 12:55:10, 22, 60, 26.12.2013 11:28:46, 62, 84, 27.12.2013 10:39:07, 24.12.2013 10:48:17, 13, 16, 25.12.2013 13:06:07, 29, 22, 26.12.2013 10:45:48, 54, 12, 27.12.2013 14:04:41, 73, 62, 24.12.2013 10:52:13, 10, 43, 25.12.2013 13:57:50, 42, 25, 26.12.2013 14:22:57, 71, 0, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 12:25:23, 17, 25, 25.12.2013 13:44:53, 41, 35, 26.12.2013 12:38:05, 65, 51, 27.12.2013 9:27:58, 26.12.2013 12:28:10, 14, 65, 25.12.2013 12:51:51, 29, 100, 26.12.2013 9:34:02, 48, 47, 24.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 12:20:47, 21, 47, 26.12.2013 14:30:48, 72, 53, 27.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
13	Канівцев Олександр Сергійович	4	27.12.2013 14:42	87/4/B	92	24.12.2013 10:18:27, 5, 6, 25.12.2013 12:55:10, 22, 60, 26.12.2013 11:28:46, 62, 84, 27.12.2013 10:39:07, 24.12.2013 10:48:17, 13, 16, 25.12.2013 13:06:07, 29, 22, 26.12.2013 10:45:48, 54, 12, 27.12.2013 14:04:41, 73, 62, 24.12.2013 10:52:13, 10, 43, 25.12.2013 13:57:50, 42, 25, 26.12.2013 14:22:57, 71, 0, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 12:25:23, 17, 25, 25.12.2013 13:44:53, 41, 35, 26.12.2013 12:38:05, 65, 51, 27.12.2013 9:27:58, 26.12.2013 12:28:10, 14, 65, 25.12.2013 12:51:51, 29, 100, 26.12.2013 9:34:02, 48, 47, 24.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 12:20:47, 21, 47, 26.12.2013 14:30:48, 72, 53, 27.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
14	Ковтун Ярослав Вікторович	4	27.12.2013 10:22	79/4/C	77	24.12.2013 10:52:13, 10, 43, 25.12.2013 13:57:50, 42, 25, 26.12.2013 14:22:57, 71, 0, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 12:25:23, 17, 25, 25.12.2013 13:44:53, 41, 35, 26.12.2013 12:38:05, 65, 51, 27.12.2013 9:27:58, 26.12.2013 12:28:10, 14, 65, 25.12.2013 12:51:51, 29, 100, 26.12.2013 9:34:02, 48, 47, 24.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 12:20:47, 21, 47, 26.12.2013 14:30:48, 72, 53, 27.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
15	Кристов Олександр Михайлович	4	27.12.2013 9:20	79/4/C	74	24.12.2013 12:25:23, 17, 25, 25.12.2013 13:44:53, 41, 35, 26.12.2013 12:38:05, 65, 51, 27.12.2013 9:27:58, 26.12.2013 12:28:10, 14, 65, 25.12.2013 12:51:51, 29, 100, 26.12.2013 9:34:02, 48, 47, 24.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 12:20:47, 21, 47, 26.12.2013 14:30:48, 72, 53, 27.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
16	Лялькин Артем Сергійович	3	41634.35697	100/5/A	28	24.12.2013 12:28:10, 14, 65, 25.12.2013 12:51:51, 29, 100, 26.12.2013 9:34:02, 48, 47, 24.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 12:20:47, 21, 47, 26.12.2013 14:30:48, 72, 53, 27.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
17	Мороз Олександр Олександрович	5	28.12.2013 10:57	100/5/A	98	24.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 12:20:47, 21, 47, 26.12.2013 14:30:48, 72, 53, 27.12.2013 14:07:00, 20, 47, 25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
18	Невороз Дмитро Андрійович	3	27.12.2013 13:07	74/4/C	90	25.12.2013 13:46:43, 43, 19, 26.12.2013 10:47:27, 55, 45, 27.12.2013 13:07:18, 90, 74, 25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
19	Ольшанецкий Борис Володимирович	2	41634.40538	89/4/B	49	25.12.2013 13:09:57, 33, 29, 26.12.2013 9:43:45, 49, 98,	
20	Панасенко Владислав Олександрович	3	26.12.2013 14:20	79/4/C	70	24.12.2013 12:23:04, 15, 57, 25.12.2013 13:04:59, 35, 32, 26.12.2013 14:20:29, 70, 78,	
21	Пейда Борис Анатолійович	4	27.12.2013 10:54	79/4/C	63	24.12.2013 10:32:59, 2, 25, 25.12.2013 13:01:19, 22, 72, 26.12.2013 11:40:29, 63, 79, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:31:04, 3, 6, 25.12.2013 13:14:24, 32, 6, 26.12.2013 13:27:55, 69, 60, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:26:09, 8, 48, 25.12.2013 12:43:17, 23, 44, 26.12.2013 10:14:47, 50, 51, 27.12.2013 10:52:17, 27.12.2013 10:18:27, 5, 6, 25.12.2013 12:55:10, 22, 60, 26.12.2013 11:28:46, 62, 84, 27.12.2013 10:39:07, 24.12.2013 10:48:17, 13, 16, 25.12.2013 13:06:07, 29, 22, 26.12.2013 10:45:48, 54, 12, 27.12.2013 14:04:41, 73, 6	

Кроме того, на любом этапе использования программы возможно обращение к файлу справочной информации «Инструкция по подготовке тестов», который содержит рекомендации по налаживанию и улучшению тестового материала.

На базе программы тестирования создан файл самоконтроля «Само-Тест», который позволяет студентам, любой формы обучения, ознакомиться с предложенной формой тестирования и подготовиться к контрольным мероприятиям. Файл самотестирования можно использовать на любом компьютере независимо от места расположения информационных файлов, что позволяет обеспечить дистанционную форму самоподготовки студентов.

С помощью автоматизированной системы диагностики легче обеспечить надежность и объективность измерения уровня сформированности компетенций. Система позволяет опросить всех студентов по всему учебному материалу в одинаковых условиях с заранее разработанными, одинаковыми критериями оценки.

В отличие от самых популярных программных средств, которые позволяют формировать дистанционные средства контроля (KANSoftWare (kansoftware.ru), TestGold (avelife.ru), MyTestX (mytest.klyaksa.net), Open-TEST2 (opentest.com.ua), x - TLS (xtls.org.ua) Moodle (moodle.org) и др.), предложенная система имеет преимущества в простоте технологии и эффективности диагностики. Для ее использования нет необходимости установки дополнительного программного обеспечения и дополнительных навыков работы.

Таким образом, предложенная автоматизированная система отвечает основным требованиям, предъявляемым к средствам диагностики, и может быть использована для проведения масштабного тестирования, обеспечивая при этом безопасность, конфиденциальность, независимость и объективность процесса диагностики уровня достижений студентов, а также оперативное получение участниками аналитических результатов тестирования.

Выводы. Разработанная методика автоматизированного тестирования обеспечила возможность быстро и объективно оценивать уровень достижений, а также управлять учебным процессом, акцентируя внимание на наиболее сложных темах и разделах, возможность получать объективные оценки студентов, прогнозировать будущие результаты успеваемости и возможность использования компьютерного варианта тестового контроля в качестве обучающего.

Однако предложенная информационная технология позволяет использовать тестовые задания только закрытой формы. Такой тест не поз-

воляет проверять и оценивать продуктивные знания, связанные с творчеством. Учитывая существующий недостаток, нами обозначены основные направления совершенствования автоматизированной системы тестирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти. – К. : Ленвіт, 2006. – 35с.
2. Салов В.О. Принципи формування освітніх стандартів нового покоління / В.О. Салов, Т.О. Письменкова // Науковий вісник Національного гірничого університету – Д. : НГУ, 2012. – Вип.6. – С. 130 – 136.
3. СВО НГУ «НГУ» ОНД – 2013. Організація навчальної діяльності за кредитно-модульною системою : стандарт свищ. освіти / ДВНЗ "Національний гірничий університет" ; [розробники: О.М. Кузьменко, В.О. Салова, Т.О. Письменкова, Т.Г. Ніколаєва, Ю.І. Тюрят]. – Чинний від ДД-ММ-ГГ. – Д., 2013. – 20 с.
4. Зіборов К.А. Впровадження сучасних дистанційних засобів діагностування та контролю знань / К.А. Зіборов, В.В. Проців, І.В. Вернер // Удосконалення системи моніторингу забезпечення якості вищої освіти України / НГУ – Д., 2013. – С. 130-136.

УДК 316.004:3.37.378

ПРОБЛЕМА ВИКОРИСТОВУВАННЯ ДІГІТАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА БАЗ ЗНАНЬ У СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНОЇ СФЕРІ

Л.Е. Чернова, канд. філос. наук, доцент каф. філософії та політології
Державний ВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,
м. Дніпропетровськ, Україна, E-mail: chernlub@ukr.net

Анотація. У тексті доповіді аналізується досвід використання у дослідницьких та навчальних практиках дігитальних та інформаційних технологій в соціально-гуманітарних науках, їх можливості та проблеми, бар'єри у створенні колективної скарбниці знань людства.

Ключові слова: *дегітальні технології, інформаційні технології, бази даних, бази знань, освіта, пізнавальна діяльність, закономірності автоматизованої обробки даних.*

THE PROBLEM OF UTILIZATION DIGITAL TECHNOLOGY AND BASES OF KNOWLEDGE IN THE SOCIAL AND HUMANITARIAN SPHERE

L. Chernova, Ph.D., Associative Professor of Department Philosophy and Politology
State Higher Educational Institution "Prydniprov'ka State Academy of Civil Engineering and
Architecture", Dnepropetrovsk, Ukraine, E-mail: chernlub@ukr.net

Abstract. At the text of article analyzes the experience of utilization fin research and teaching practices digital and information technology in the social and human sciences, their opportunities and challenges, barriers to the creation of collective treasury of human knowledge.

Keywords: digital technology, IT, knowledge base, education, cognitive activity, patterns of automated data processing.

Вступ. Моделі «*postindustrial society*», запропоновані Д.Белом («інформаційний соціалізм») та Е. Масуда («*society knowledge*») прогнозували реалізацію ідеалу античності та Просвітництва, тобто безупинного прогресивного розвитку суспільства на основі відкритих доступних для всіх знань, що буде слугувати інтересам всього людства. Вони та багато їх послідовників розглядали дігiтальні (цифрові) та інформаційні технології в якості способу розвитку й розповсюдження знань у суспільстві без обмежень та кордонів, які сприяли б сталому розвитку людства й рішенню глобальних проблем. Але їх прогнози поки що не збулися. Не вважаючи на зростання ролі та долі (сегменту) дігiтальних та інформаційно-комунікативних технологій у житті суспільства, науці та освіті, нові фантастичні можливості, що вони створюють, виникають нові проблеми, які також потребують розв'язання.

Мета роботи проаналізувати досвід використання у дослідницьких та навчальних практиках дігiтальних та інформаційних технологій, їх можливості, проблеми та бар'єри у створенні колективної скарбниці знань людства. У методологічному плані ми спираємося на відому модель DIKW (Chaim Zins, 2007).

Як відмічає, Кіслова О.Н., знання містять екзистенційну та технологічну складову [1, с.38]. У своєму аналізі ми маємо на увазі саме останній смисл: процес автоматизованого виявлення дігiтальних знань з маси різнорідних не структурованих даних і результатів досліджень, які накопичені у банках даних, циркулюючих в Інтернеті, їх подальша обробка та аналіз за допомогою ПО. Мета цій обробки вияв латентних закономірностей, які знаходяться у вихідних даних та зв'язках між ними і будучі інтерпретовані в контексті нової пізнавальної задачі стають знаннями (Рис. 1).



Рис.1 – Схема перетворення даних у знання

Операбельним для подальшого аналізу буде підхід російського соціолога І.В. Соколової у розподілі понять «інформація», «дані» та «знання» [2, с.33]. На наш погляд, їх взаємообумовленість можна сформулювати наступним чином: **інформація** - це відомості, факти, знання, які є результа-

том пізнавальної діяльності інших суб'єктів, добутих у минулому, загально-го значення та широкого доступу, які можуть розповсюджуватися у сфері повсякденності, бізнесу, освіти та комунікацій; **данні** – це відомості цифрового, вербального або графічного вигляду для визначеної сфери, які можуть зберігатися, розповсюджуватися в формі баз даних для подальшого застосування, тобто дані - це специфічна інформація добута з загальної; **знання** – це система добутих у процесі активної інтелектуальної пізнавальної діяльності однієї особи або групи (вчених, творчих особистостей) нових уявлень про дійсність, реальність. Інформація слугує розповсюдженню знань у суспільстві через навчання ті комунікації, але особисті знання добуваються з інформації у пізнавальної навчальної діяльності кожним суб'єктом пізнання самостійне. Тобто знання – є узагальнене визначення основного сутнісного змісту та зв'язків з інформації, яка існує у вигляді даних.

Дігитальні та інформаційні технології слугують засобом та носієм інформації але не можуть генерувати та інтерпретувати її, для цього потрібен суб'єкт пізнання. Засновник інтелектуального аналізу баз даних Г. Пятницькій - Шапиро вважав, що знання існують латентно у масивах даних у вигляді паттерну й не можуть бути виявлені без спеціальних процедур [3, р.68]. Поняття паттерну (неявні регулярні зв'язки) є важливим для розуміння процесу експлікації теоретичного знання з емпіричних даних, тому суттєво не змішувати поняття «інформація», «дані» та «знання». Паттерни баз даних можуть бути відображенням як закономірних реальних зв'язків об'єктів так й випадкових.

Використовування дігитальних та інформаційних технологій в соціально-гуманітарних дослідженнях та освіті дуже поширені та різноманітні. До них можна віднести: on-line опитування, бази даних, бази знань у формі дігитальних бібліотек, телеконференції, WEB семінари, результати досліджень занесені у електронному вигляді та Інтернеті, кроскультурні компаративні дослідження та інші. Їх можна систематизувати за цілями (навчальні, управлінські, дослідницькі); за видами подання інформації; за методами та технологіями; за ступенем відкритості доступу до цих даних, повнотою та масштабами тощо.

Наприклад, у соціології широко використовується досвід кроскультурних компаративних досліджень різних аспектів буття та змін у суспільстві й міжнародних опитувань моніторингового характеру (European Social Survey 1996-20012, Values Study 1999-2008 etc.), в деяких з них приймав участь й автор [3]. Також в навчальних та дослідницьких цілях у багатьох соціальних науках використовуються міжнародні та національні статистичні бази даних. Це стало можливим завдяки пакету ПО обробки даних у со-

ціальних науках та статистиці (SPSS, STATISTUCA etc). З їх допомогою можна виявляти релевантності між емпіричними даними та закономірностями (паттернами) соціальної реальності, що дозволяє отримувати нові знання у формі моделей більш / менш адекватних дійсності й допомагає не лише вивчати процеси змін у суспільстві, а і керувати ними.

Ще більш можливостей перевірки моделей на адекватність та пізнання більш глибоких закономірностей та складних процесів дає застосування методів математичного моделювання нелінійної динаміки до соціальної сфери. Прикладом може стати проект ЄС FuturICT (Future Information and communication Technology) під керівництвом швейцарського соціолога Дірка Хельбінга, розпочатий у 2013р. В цьому проекті інтегровані зусилля сотні вчених світу різного фаху для вирішення проблем соціальної нестабільності, воєнних конфліктів, розповсюдженню захворювань тощо, завдяки створенню глобальної моделі «Симулятор життя Землі» (Living Earth Simulator), у якій будуть поєднані природні процеси, зміни навколишнього середовища із всіма аспектами діяльності людей. Проект включає збір великої кількості даних з різних джерел, їх обробку та аналіз для інтеграції у загальну модель прогнозування розвитку людей на планеті за допомогою сети самих потужних комп'ютерних систем різних країн та відповідного програмного забезпечення на базі концепції Reality Mining. Для дослідження соціальних взаємодій у вигляді «дігитальних (цифрових) слідів» Reality Mining сучасного інформаційного середовища будуть використовуватися мобільні, GPS системи, Інтернет та інші засоби електронної комунікації. Тобто ідея, що у цифрову еру конфіденційність даних не існує є вже реальною та визнаною всіма. Тобто будь-яка інформація у дігитальній формі від особистісної до офіційної статистики й результатів соціопитувань може стати предметом подальшого аналізу та використання у управлінні, бізнесі, соціальних науках та освіті.

Але всі ці технології та методи мають як свої переваги так і межі у застосуванні. Процеси втілення ІТ технологій у соціальних науках вивчались російськими та українськими соціологами Т.В. Філіпової, О.М. Чураковим, Н.В. Коритнікової, О.Петровим, психологом А. Жичкіної [див.5].

Узагальнюючі висновки їх робіт та багатьох інших, можна визначити, що перевагами використання ІТ у дослідженнях соціально-гуманітарної сфери є: економія ресурсів порівняне з традиційними методами збору інформації; можливості особистого зворотного зв'язку після участі у опитуваннях; швидкість відповідей; можливості корегувати анкетні бланки після пілотажних «зрізів» та запитів респондентів з уточненнями; комфортні умови та зручність для учасників та користувачів; мінімізація впливу інтерв'юєрів/дослідника на респондентів; більша відкритість та по-

внота відповідей за рахунок анонімності, яка більш гарантована в Інтернеті; більша широта охопту масиву (не має географічних обмежень); більше різноманіття учасників, що підвищує статистичну надійність висновків. Крім того, дігитальні технології та Інтернет дослідження дозволяють отримувати та одночасно обробляти дані; більша база для компаративних та кроскультурних досліджень; можливість доступу учасників та інших дослідників до інформації про процес отримання первинних даних, а також до результатів і висновків дослідження на відкритих наукових або спеціалізованих сайтах, на жаль, не завжди.

Але не буває переваг без обмежень: у Інтернет опитуваннях немає можливості контролю за неодноразовою участю у теж самих дослідженнях одного й того ж індивіда, що викривлює дані; за відповідністю особистих даних відповідям, на яких потім будуються кореляції; низька активність участі в Інтернет опитуваннях, що не гарантує репрезентативності вибірки [6]. До цього можна додати проблеми, які також потребують вирішення:

- Пошук інформації та даних на загально доступних сайтах і Інтернет ресурсах не завжди приводить до бажаних результатів, тому що назви спеціалізованих сайтів або точні назви досліджень, що проводились міжнародними та національними науковими інституціями можуть бути невідомі шукачу (особливо іноземних). Не говорючі про те, що шукач взагалі може не знати, що такі дослідження здійснювались десь у світі і знову «винаходити велосипед».

- Ступінь відкритості режиму доступу до баз даних та результатів досліджень різна, що пов'язано з проблемами комерціалізації науки та авторського права й отримало назву «феодалізм знань» [7]. Наприклад російські та європейські соціологи дають широкий доступ до всіх матеріалів досліджень, з первиною інформацією включно, крім інструментарію; американські й до інструментарію також, але після того, як надруковані результати дослідження у наукових джерелах й зафіксовані авторські права, майже зразу, а для учасників - у процесі збору інформації; тоді як, українські дослідники в Інтернеті дають доступ лише до результатів й висновків своїх досліджень декілька років потому й не завжди для всіх або учасників, хто допомагав збирати дані.

- Можливості донести результати своїх досліджень світовій спільноті також не рівні: розміщення публікацій у наукометричних базах знань платні, а не безкоштовні (як було задумано), тому багато дослідників та ВНЗ, наукових інституцій з транзитивних країн не можуть підключитись до цих ресурсів та поділитися результатами своєї праці (200, 500 євро за статтю, 1 тис. за монографію), що зніжує їх рейтинги та індекс цитування [7].

- Залучення результатів міжнародних баз даних у нові дослідження й з

освітніми цілями може затруднятися не повною консистентністю показників, індексів, шкал і методик між собою, або не співпадає з новими цілями. Слід враховувати культурні особливості мислення та практик. Це можна вирішити адаптацією методик та шкал, але статистичні дані такої процедури не підлягають.

• Тому, ще однією проблемою є імплементація даних статистики інших країн або світових інституцій (баз даних Комітетів статистики ООН, ЄС, національних баз даних тощо) до компаративних моніторингових досліджень процесів соціальної динаміки й освітніх завдань через не відповідність методик збору даних та самих показників вітчизняної статистики або інших країн міжнародним стандартам.

Всі ці проблеми потрібно вирішити на світовому рівні, тоді величезні за кількістю та змістом бази знань дійсно зможуть слугувати освітнім цілям та сталому розвитку суспільства. Сучасні знання мають специфічні характеристики: з величезних масивів даних світової павутини можна отримати велику кількість нових знань, але вони завжди будуть не остаточними й будуть слугувати предметом для дискусій тому, що завжди можна знайти іншу інтерпретацію або інші дані про теж самі процеси у суспільстві. Яким же будуть знання в епоху царства Інтернету? - запитує О.Н. Кіслова [1, с.43]. Сьогодні все частіше говорять про виникнення нової моделі освіти: «Освіти 2.0/WEB 2.0», де дігіталізація освітніх процесів стає платформою, на якій вона будується. «Тому ніхто з нас не може претендувати на роль мудреця за кафедрою, «бути найрозумнішим», ми всі одночасно «вчителі та учні», де кожен вчиться у іншого й може знаходити, критикувати й створювати нові знання» [8].

Висновки.

1. Із зростанням об'єму, різноманіття та диверсифікації каналів та джерел знань посилюється проблема пошуку та оцінки релевантності цих знань до конкретних наукових й освітніх завдань та практик.

2. Зростає складність структури, посилюється проблема критеріїв й сумісності, а також валідності наявних баз даних і дігітальних баз знань новим цілям. Дуже гостро стає питання відбору, оцінки та інтерпретування даних у других дослідженнях або навчанні.

3. З розширенням доступу до баз даних зростають проблеми зберігання авторського права, з одного боку, та рівних можливостей доступу до існуючих баз даних, з іншого, а також доповнення їх результатами нових досліджень (прямі та зворотні зв'язки), які сьогодні не вирішені.

4. Наявна проблема розуміння та інтерпретації баз даних й дискурсів, через які репрезентовані знання різних наук та фахів (сміслові, професійні терміни, символи, спеціалізовані методи), яка породжена диференціацією

наукового знання та фаховою спеціалізацією освітян, тому сучасна міждисциплінарність не знімає, а лише актуалізує «проблему перекладу».

ЛІТЕРАТУРА

1. Кислова О.Н. Концепция знания: взгляд с позиций интеллектуального анализа данных // Методология, теория та практика соціологічного аналізу сучасного суспільства. Випуск 18. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, -2012,- с.35-44.
2. Соколова И.В. Социальная информатика и социология: проблемы и перспективы взаимосвязи/ И.В.Соколова.- М.: Издательство МГУ,-2002,-256с.
3. Piatetsky-Shapiro G. Knowledge Discovery in real date bases: A/Report on the JCAI-89 Workshop[Electronic resource] / Georgy Piatetsky-Shapiro//AI Magazine/ 1991, - №11(5), - P.68-70. - Mode of access: <http://www.kdnuggets.com/gpsubs/aimag-kdd-1991-report.pdf>.
4. Європейські соціальні дослідження -[Electronic resource]- Режим доступу: <http://www.uceps.org>; Influence of the cultural origin on the learning behaviour of students (у 15 країнах світу Суссан Ковальски, Университет прикладних наук г. Кёльна) - [Electronic resource]-Режим доступу: <http://www.susann-kowalski.de>.
5. Див. Филипова Т.В. Интернет как инструмент социологического исследования // Соц.исследования,- 2001,-№9, -с.115-128; Жичкина А. -[Electronic resource] –Режим доступу: <http://flogiston.df.ru/news/archive/frameset.html>;Петров О.В. Социологические PR-технологии в политике / О.В.Петров.-Київ,- 2007, - 288с.
6. Лобовікова О. Методологічні аспекти Інтернет досліджень соціальних змін// Соціологія та суспільство: взаємодія в умовах кризи. II Конгрес САУ, - Х. : ХНУ ім. Каразіна В.Н., - 2013,- с. 39-40.
7. R.A. The Dark Side of Intellectual property// Social Sciences Research Network. Working Paper Series - [Electronic resource] – Режим доступу: <http://ssrn.com/abstract=1106039> (last visit, January, 08 2009).
8. Wesh M.An In-Dept Look at the Cuber Phenomen of Our Time: Web 2.0 Lawlor Review / Spring-[Electronic resource] –Режим доступу: http://ru.scribd.com/doc/3596028/An_In_Dept_Look_at_the_Cuber_Phenomen_of_Our_Time_Web2.0.

УДК 621.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

И.Н. Мацюк, кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Э.М. Шляхов, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Аннотация. В работе описан опыт использования Mathcad в преподавании теории механизмов и машин на кафедре основ конструирования механизмов и машин Национального горного университета.

Ключевые слова: векторы, векторные уравнения, плоские рычажные механизмы, анализ механизмов, методы векторной алгебры, аналитическое решение векторных уравнений, Mathcad.

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN TEACHING OF THEORY OF MECHANISMS AND MACHINES

I.N. Matsyuk, Candidate of Sciences (Technical), Associate Professor of Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

E.M. Shlyahov, Associate Professor of Machinery Design Bases Department
State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Abstract. An experience of MathCad usage in teaching of theory of mechanisms and machines at National Mining University is described in the paper.

Keywords: vectors, vector equations, flat rod mechanisms, analysis of mechanisms, methods of vectorial algebra, analytical decision of vector equations, Mathcad.

Введение. Внедрение компьютерных технологий в учебный процесс – веление времени и необходимое условие совершенствования методологии преподавания дисциплин в образовательных учреждениях всех уровней и в высших учебных заведениях в первую очередь.

К услугам студентов, обучающихся на инженерно-технических специальностях, в настоящее время имеются различные математические пакеты, такие как Maple, Matlab, Mathematica, Mathcad.

Одним из самых распространенных является многофункциональный пакет прикладных программ Mathcad благодаря простому и интуитивному интерфейсу. Ему свойственен естественный математический язык, на котором формулируются решаемые задачи, он обладает также широкими графическими возможностями, что существенно повышает эффективность интеллектуального труда.

Неоценимую помощь Mathcad может оказать при изучении учащимися курса теории механизмов и машин.

Материал и результаты исследований. Известны работы [1, 2], в которых описано применение Mathcad в учебных целях. Отметим также работы [3-5], в которой Mathcad применен для решения задач анализа и

синтеза механизмов. Этой же теме посвящено учебное пособие, в подготовке которого принимали участие авторы настоящего доклада [6].

Тем не менее, можно констатировать, что в учебном процессе Mathcad распространен еще слабо, как и все программные продукты подобно рода.

В настоящем докладе описан опыт использования Mathcad в преподавании теории механизмов и машин на кафедре основ конструирования механизмов и машин Национального горного университета (Украина, г. Днепропетровск).

Активное использование компьютерных программ в лекционном курсе возможно лишь при наличии мультимедиа.

Использование мультимедийных технологий в лекционных курсах способствует повышению информативности лекции, улучшает наглядность обучения за счет использования различных форм представления учебного материала, улучшает концентрацию внимания студентов, активизируя в конечном итоге познавательную деятельность студентов.

Главное преимущество мультимедийных лекций состоит в возможности использования интерактивного взаимодействия преподавателя как с программно-аппаратным средством, так и одновременное общение со студенческой аудиторией.

Эффективным оказалось применение мультимедийной технологии и программы Mathcad в изучении учащимися основ первой задачи теории механизмов и машин (ТММ) – анализа механизмов и, в частности, рычажных. В данном докладе ограничимся рассмотрением использования Mathcad в исследовании кинематики плоских рычажных механизмов, как в лекционном курсе, так и при выполнении студентами заданий и курсовых проектов.

Долгое время для этой цели использовались классические графические методы, благодаря своей относительной простоте и наглядности. Mathcad позволяет сохранить эти качества, добавив преимущества аналитических методов.

Большинство механических параметров суть векторные величины, поэтому задачи механики наиболее логично решать методами векторной алгебры. Аналитическое решение векторных уравнений по наглядности не уступает графическому решению, поскольку положение на плоскости двумерного или в пространстве трехмерного вектора, заданного своими координатами, легко представляемо.

Например, вектор $I(x, y, z)$ в программе будет задан так

$$l := \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}.$$

Более компактной представляется запись этого же вектора в транспонированном виде.

$$l := (x \ y \ z)^T.$$

Далее будем использовать именно этот вариант записи векторов.

При исследовании плоских рычажных механизмов оперируют, в основном, с двухмерными векторами, у которых координата $z = 0$. Таким способом представляются векторы скорости, ускорения, силы и т.п. А такие векторы, как угловая скорость или крутящий момент, будут иметь отличной от нуля только координату z . Например, вектор угловой скорости с модулем $15,6 \text{ с}^{-1}$, направленный против хода часовой стрелки запишется так

$$\omega := (0 \ 0 \ 15.6)^T.$$

То же, но по ходу часовой стрелки

$$\omega := (0 \ 0 \ -15.6)^T.$$

Одинаковые, по сути, векторы, отличающиеся только значениями координат, удобно обозначать одной буквой, но с разными номерами, которые вводятся с помощью нижнего индекса. Так, вектор $l_3(2, -3, 4)$ запишется так

$$l_3 := (2 \ -3 \ 4)^T.$$

Можно обращаться и к отдельным компонентам (координатам) вектора, например, для вектора $l_3(2, -3, 4)$

$$l_{3_0} = 2 \quad l_{3_1} = -3 \quad l_{3_2} = 4$$

При решении векторных уравнений кинематики механизмов возникает необходимость в записи векторов, параллельных или перпендикулярных данному вектору. Так, например, если задан вектор $l_1(x_1, y_1, 0)$ в виде

$$l_1 := \begin{pmatrix} l_{1_0} & l_{1_1} & 0 \end{pmatrix}^T.$$

то параллельный ему вектор l_2 будем записывать так

$$l_2 := l_{2_0} \cdot \begin{pmatrix} l_{1_1} \\ 1 & \frac{l_{1_1}}{l_{1_0}} & 0 \end{pmatrix}^T.$$

Модуль этого вектора будет определяться значением абсциссы l_{2_0} . Вектор l_3 , перпендикулярный вектору l_1 можно записать таким образом

$$l_3 := l_{3_0} \cdot \begin{pmatrix} 1 & -\frac{l_{1_0}}{l_{1_1}} & 0 \end{pmatrix}^T.$$

Модуль этого вектора будет определяться значением абсциссы l_{3_0} .

Используя эти возможности представления параллельных или перпендикулярных векторов, можно составлять векторные уравнения, в которых неизвестными будут скалярные величины, и которые легко решаемы средствами Mathcad. Таким образом, графическое решение векторных уравнений методом планов (скоростей, ускорений, сил) может быть заменено аналитическим решением.

Кроме того, Mathcad позволяет непосредственно использовать возможности векторного исчисления. Так, например, если какую-либо точку представить вектором

$$l := (3 \ 2 \ 0)^T,$$

а угловую скорость этого вектора

$$\omega := (0 \ 0 \ -15.6)^T,$$

то линейная скорость этой точки определится как векторное произведение указанных векторов

$$v := \omega \times l \quad v^T = (31.2 \ -46.8 \ 0) \quad |v| = 56.247 \text{ м/с}$$

Аналогично, нормальное ускорение этой точки определяется, как векторное произведение векторов угловой и линейной скоростей. Например,

$$a_n := \omega \times v \quad a_n^T = (-730.08 \ -486.72 \ 0) \quad |a_n| = 877.45 \text{ м/с}^2$$

Тангенциальное ускорение этой точки можно определить, если известен вектор углового ускорения, например,

$$\varepsilon := (0 \ 0 \ 12.7)^T,$$

как векторное произведение

$$a_\tau := \varepsilon \times l \quad a_\tau^T = (-25.4 \ 38.1 \ 0) \quad |a_\tau| = 45.79 \text{ м/с}^2$$

Если задана сила (в ньютонах) в виде

$$F := (40 \ 70 \ 0)^T,$$

а точка её приложения задана вектором (в метрах)

$$l := (0.3 \ 0.2 \ 0)^T,$$

то момент этой силы относительно начала вектора l

$$M := l \times F \quad M^T = (0 \ 0 \ 13) \quad |M| = 13 \text{ Нм}$$

Например, сила с модулем 150 Н, направленная горизонтально влево представляется вектором

$$P := (-150 \ 0 \ 0)^T.$$

Вектор крутящего момента с модулем 15,8 Нм, направленный против хода часовой стрелки, запишется так

$$M := (0 \ 0 \ 15.8)^T.$$

То же, но по ходу часовой стрелки

$$M := (0 \ 0 \ -15.8)^T.$$

Вывод. Если, при исследовании кинематики механизмов, использовать прием, предложенный В.А. Зиновьевым и заключающийся в замене рычажных звеньев механизма соответствующими векторами, то у преподавателя появляются огромные возможности в изложении данной темы.

Становится возможным запись и решение векторных уравнений, которые не могут быть решены графически на плоскости построением векторных многоугольников так, как в указанные уравнения войдут векторные произведения.

Таким образом, использование программы Mathcad и средств мультимедиа позволяет осовременить учебный процесс, отказаться от детального изложения графоаналитических методов исследования механизмов и, в конечном итоге, вооружить студента не только знаниями теории механизмов, но и дать ему мощный инструмент, который может быть использован в дальнейшей учебе и в будущей профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бертяев В.Д. Теоретическая механика на базе Mathcad. Практикум. –СПб.:БХВ-Петербург, 2005. – 752 с.
2. Бертяев В.Д. Теоретическая механика. Курсовые работы с использованием Mathcad. АСВ, 2010. – 304 с.
3. ТММ. Розрахунок плоских механізмів з використанням ПЕОМ. Навчальний посібник / Ф.Й. Златопольський, Г.Б. Філімоніхін, В.В. Коваленко, О.Б. Чайковський. – Кіровоград: ПП «КОД», 2000. – 124 с.
4. Зиборов К.А., Мацюк И.Н., Шляхов Э.М. Решение векторных уравнений кинематики механизмов с помощью программы MathCad. // Теория механизмов и машин. – Санкт-Петербург. – 2008. – № 1. – С. 64-70.
5. Зиборов К.А., Мацюк И.Н., Шляхов Э.М. Преподавание теории механизмов и

машин с использованием компьютерных технологий. // Современное машиностроение. Наука и образование: материалы 2-й Международной научно-практической конференции. 14-15 июня 2012 года, Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – С. 53 – 65.

6. Мацюк І.М., Шляхов Е.М., Зіборов К.А. Кінематичне та динамічне дослідження плоских важільних механізмів. Дніпропетровськ, РВК НГУ України, 2010. – 132 с.

УДК 621.01

ОПЫТ СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ НА КАФЕДРЕ ОКММ НАЦИОНАЛЬНОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

И.Н. Мацюк, кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Э.М. Шляхов, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Аннотация. Авторы делятся опытом создания учебных фильмов по теории механизмов и машин. Для создания видеоматериалов использовали программу Camtasia Studio 7, обладающую широкими презентационными возможностями.

Ключевые слова: учебные видеоматериалы, видеозанятия, программа Camtasia Studio 7, PowerPoint, запись видео с экрана, Компас v. 14.

EXPERIENCE OF TEACHING VIDEO MATERIALS DEVELOPMENT OF MDB DEPARTMENT OF NATIONAL MINING UNIVERSITY

I.N. Matsyuk, Candidate of Sciences (Technical), Associate Professor of Machinery Design Bases Department

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

E.M. Shlyahov, Associate Professor of Machinery Design Bases Department

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Abstract. Authors are sharing their experience in development of teaching video materials on theory of mechanisms and machines. For the development of materials Camtasia Studio 7 is used, which possesses a wide range of presentation possibilities.

Keywords: educational video data, videolessons, program Camtasia Studio 7, PowerPoint, record of video from a screen, Kompas v. 14.

Введение. Информационные технологии все в большей мере внедряются в учебный процесс. В качестве источников информации всё шире используются электронные средства, в первую очередь ресурсы сети Интернет.

Весьма эффективным учебным средством являются видеоматериалы. Они могут быть либо в виде записанных лекций, либо в виде практических занятий, имеющих целью помощь в выполнении домашних заданий, контрольных работ, курсовых проектов и т.п.

Материал и результаты исследований. В настоящем докладе речь пойдет о небольшом опыте по созданию видеоматериалов по теории механизмов и машин на кафедре ОКММ Национального горного университета.

Для создания видеозанятий авторы использовали специальную программу Camtasia Studio 7. Эта программа осуществляет: запись видео с экрана, запись в PowerPoint, запись речи, запись видео вебкамерой, редактирование (монтаж) видео т.е. обладает довольно широкими возможностями для создания практически полноценного учебного фильма.

Современный интернет полон различного вида видеоуроков. Небольшой их анализ показывает, что большинство из них созданы импровизационно без серьезной предварительной подготовки, что не может не отразиться на качестве излагаемого материала.

Итак, созданию видеоурока должна предшествовать подготовка, заключающаяся в написании сценария, текста, в изготовлении иллюстраций, титров, в подборе музыкальных фрагментов и т.п.

Записывать видеоматериал удобно двум лицам. Один озвучивает фильм, а второй осуществляет действия на экране, что исключает неизбежные накладки.

В качестве первого учебного видеоматериала было решено подготовить серию практических видеозанятий, посвященных выполнению домашних заданий и курсовых проектов по теории механизмов и машин. Расчетно-графическое домашнее задание на тему «Анализ плоского рычажного механизма» выполняют все студенты направления «Горное дело» при изучении раздела «Основы теории механизмов и машин» курса «Прикладная механика». Общая продолжительность фильмов этой серии составила 81 мин 27 с.

В качестве основного программного продукта для построения планов (механизма, скоростей, ускорений и сил) и кинематических диаграмм использовали систему автоматизированного проектирования «Компас - 3D V14» российской компании АСКОН. С 2009 года кафедра ОКММ является авторизованным учебным центром этой компании и использует её лицен-

зионный программный продукт.

С учетом того, что не все студенты, приступающие к изучению ТММ, знакомы с программой «Компас – 3D», в видеоматериалах иллюстрируется использование графических инструментов этой программы, что позволяет студентам после выполнения расчетно-графического задания или курсового проекта освоить указанную программу.

Для создания начальных и финальных титров, а также как своеобразную учебную доску, хорошо использовать программу PowerPoint со всеми её анимационными возможностями.

На рис. 1-4 изображены кадры из учебных видеоматериалов. Ссылка для ознакомления с видеоматериалами находится в [1].



Рисунок 1 – Один из начальных кадров учебных видеоматериалов

Частота вращения кривошипа АВ	$n_1 = 140 \text{ об/мин}$
Угловая скорость кривошипа АВ	$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 140}{30} = 14,66 \text{ с}^{-1}$
Модуль вектора скорости точки В	$v_B = \omega_1 \cdot l_{AB} = 14,66 \cdot 0,03 = 0,440 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
Масштабный коэффициент скорости	$\mu_v = 0,01 \text{ м/с/мм}$
Длина вектора скорости точки В на плане скоростей	$p_v b = \frac{v_B}{\mu_v} = \frac{0,440}{0,01} = 44,0 \text{ мм}$

Рисунок 2 – Пример кадра, записанного в PowerPoint

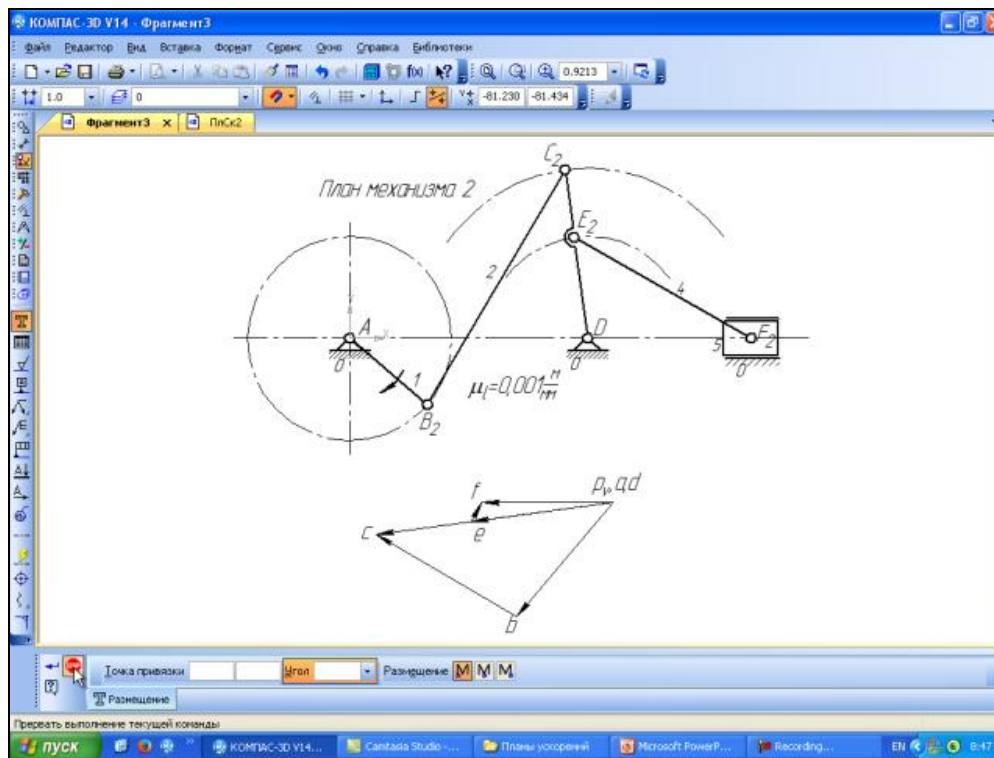


Рисунок 3 – Кадр записи с экрана программы «Компас – 14»



Рисунок 4 – Один из финальных кадров фильма «Построение планов скоростей»

Информация о периодах нахождения видеоматериалов в сети Интернет и количестве просмотров приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Информация о видеоматериалах по теории механизмов и машин

№ п/п	Название	Длительность, мин-с	Дата размещения на сайте	К-во просмотров на 06.03.14	К-во дней нахождения в сети	Среднее число просмотров в день
1	Построение планов механизма	11-21	16.10.13	925	141	6,6
2	Построение планов скоростей	15-38	29.11.13	1900	97	19,6
3	Построение планов ускорений	19-11	08.12.13	1051	88	11,9
4	Построение кинематических диаграмм	13-19	21.02.14	57	13	4,4
5	Построение планов сил	21-47	19.12.13	413	77	5,4

Вывод. Пока ещё рано делать какие-либо выводы об эффективности применения в учебном процессе указанной серии видеоматериалов, однако количество просмотров вселяет определенный оптимизм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт кафедры основ конструирования машин и механизмов ГВУЗ «НГУ»: [Электронный ресурс]. URL: <http://okmm.nmu.org.ua/>. (Дата обращения: 05.03.2014).

УДК 378.637: 004.9

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

К.И. Шумельчик, аспирант кафедры математического моделирования Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: Shumelchyk@gmail.com

Л.Б. Шумельчик, методист высшей категории научно-методического отдела Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: ShumelchikL@nmu.org.ua

Аннотация. В статье дано определение облачных технологий, рассмотрены преимущества их применения в образовательном процессе, принципы электронного обучения и основные модели облачных сервисов.

Ключевые слова: облачные технологии, программное обеспечение как сервис, инфраструктура как сервис, платформа как сервис, электронное обучение.

CLLOUD COMPUTING IN EDUCATION

K. Shumelchik, Postgraduate student, Mathematical Modeling Department
Dnepropetrovsk National University Oles Honchar, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail:
Shumelchik@gmail.com

L. Shumelchik, Methodist of high category, Scientific and Methodological Department
State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: ShumelchikL@nmu.org.ua

Abstract. The article provides definition of cloud computing as well as benefits of their usage in educational process. The principles of e-learning and main models of cloud services are also considered in the article.

Keywords: Cloud computing, Software as a service (SaaS), Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), e-learning.

Введение. Информатизация образования и науки все больше становится неотъемлемой частью глобального процесса мирового развития. Она признана одной из ключевых технологий XXI столетия, и на ближайшие десятилетия будет основой экономического развития государства и основным двигателем научно-технического прогресса. Одной из проблем образовательного процесса является необходимость повышения качества образования и обеспечение равных возможностей доступа к образовательным ресурсам всех студентов независимо от формы обучения.

В настоящее время все большее распространение получают так называемые облачные технологии, которые позволяют качественно улучшить образовательный процесс и обеспечить надежный, конфиденциальный, гибкий, удобный (как для преподавателей, так и для студентов) доступ к образовательным ресурсам в любое время и в любом месте.

Цель работы. Рассмотреть основные модели облачных сервисов и возможность их использования в образовательном процессе, принципы электронного обучения.

Изложение основного материала. Еще совсем недавно для того, чтобы использовать файлы на разных компьютерах, мы вынуждены были сохранять их на флэш-накопитель или CD-ROM диск, затем каждый раз копировать эти файлы на другом компьютере. Однако такой подход уже давно

не используется в коммерческих учреждениях и крупных компаниях. Массовое распространение и доступность компьютеров, а также обширное покрытие и непрерывный доступ к сети Интернет создают глобальный феномен, в котором информационные технологии используются для трансформации образования. В настоящее время облачные технологии играют ключевую роль в этом преобразовании.

Безопасность, стабильность и простота в использовании инновационных облачных технологий подтверждается в результате широкого внедрения их в образовательный процесс ведущих зарубежных учебных заведений.

Для большинства людей в сфере образования "облако" может показаться туманной и недостижимой технологической целью, используемой только крупными компаниями. Такое мнение ошибочно, на самом деле облачные технологии позволяют существенно расширить возможности доступа к образовательным ресурсам всех студентов, независимо от формы обучения, помочь модернизировать систему образования, сделать её проще, сократить расходы и повысить качество образовательных услуг.

Современная система образования в Украине страдает от нехватки ресурсов: недостаточное количество аудиторий, кадровые сокращения, нехватка квалифицированных преподавательских кадров и постоянно меняющиеся стандарты. И именно в этом случае «облако» является ценным инструментом, который можно использовать для расширения возможностей доступа к качественному образованию и повышения его продуктивности. «Облако» может помочь решить эти проблемы несколькими способами, в том числе за счет использования преимуществ экономии от расширения возможностей доступа к образовательному процессу. Проблема устаревших, слишком маленьких переполненных аудиторий может быть решена за счет виртуализации среды. Фактически студенты могут войти под своей учетной записью на определенный ресурс в сети Интернет и посещать занятия онлайн без физического присутствия в аудитории в любое удобное для них время, что дает возможность больше сосредоточиться на изучении учебных дисциплин и совершенствовании своих знаний, умений, навыков.

Прежде чем рассмотреть возможности применения облачных технологий (cloud computing) в образовании сначала рассмотрим понятие «сервис» (service). Сервис является одним из видов программного обеспечения, который предоставляет возможность доступа к ресурсам в любое время и в любом месте посредством обычного компьютера, ноутбука или даже смартфона. Некоторыми из наиболее распространенных и знакомых каждому примеров облачных сервисов являются Google Apps, Microsoft

SkyDrive (OneDrive), Dropbox. Другие, более общие сервисы включают в себя вики-странички, блоги, электронную почту. С точки зрения удобства для пользователя, облако как раз может все это осуществить – сервисы доступны таким образом, что пользователь может не беспокоиться о том, с какого устройства он заходит и где запущен его сервис (Рис.1).

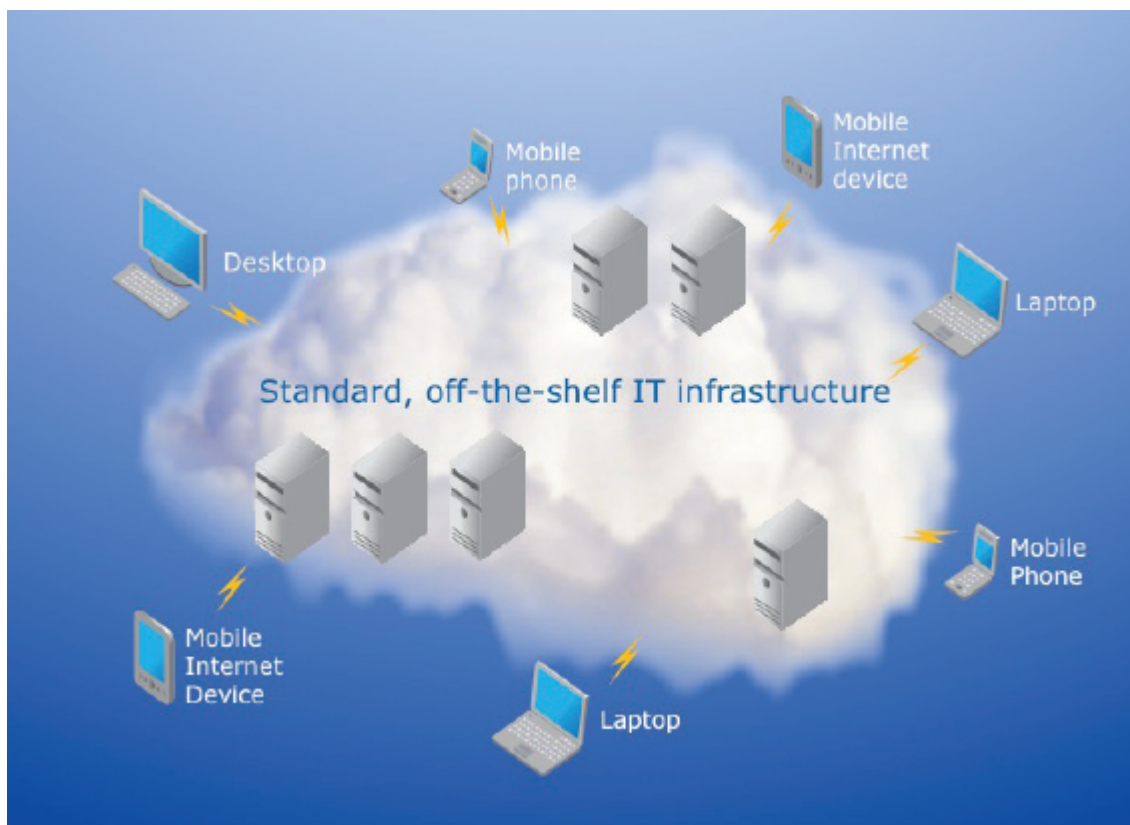


Рис.1. Облачные технологии предоставляют доступ в любое время в любом месте и с любого устройства.

Сервис также может размещаться на нескольких распределенных серверах, комбинациях устройств или работать автономно [1].

Так, например, облачный сервис Microsoft SkyDrive (OneDrive) успешно применяется в Национальном горном университете для организации профориентационной работы и взаимодействия всех ответственных за эту работу.

Рассмотрим сущность инновационных облачных технологий. Чаще всего используется следующее их определение: «Облачные технологии (cloud computing) — это модель обеспечения повсеместного и удобного сетевого доступа по требованию к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетям передачи данных, серверам, устройствам хранения данных, приложениям и сервисам — как вместе, так

и по отдельности), которые могут быть оперативно предоставлены и освобождены с минимальными эксплуатационными затратами и/или обращениями к провайдеру» [2].

К основным моделям облачных сервисов относятся следующие:

- Инфраструктура как сервис (Infrastructure as a Service): программные продукты, предлагаемые такой моделью, включают удаленную передачу данных (через Интернет) или полную компьютерную инфраструктуру (например, виртуальные компьютеры, серверы, устройства хранения данных и т.д.);

- Платформа как сервис (Platform as a Service): для того чтобы понять эту модель облачных сервисов, нужно вспомнить традиционную модель, где каждое локальное приложение нуждается в соответствующих аппаратных средствах, операционной системе, базе данных, промежуточном ПО, веб-серверах, и другом. С подходом «платформа как сервис», все эти услуги предоставляются удаленно, а также не требуют дополнительного администрирования системы;

- Программное обеспечение как сервис (Software as a Service): при таком подходе, приложение предоставляется в качестве услуги посредством сети Интернет. Вместо установки и постоянного администрирования программного обеспечения на персональном компьютере, вы просто используете приложение через Интернет. Этот тип облачных сервисов предлагает полную функциональность приложений, которая колеблется от маленьких программ до систем управления образовательным процессом в вузе [1].

Следует отметить, что многие облачные продукты, предлагаемые тремя моделями облачных сервисов, все же требуют определенных знаний по информатике (для пользователя) и по программированию (для провайдера облачных услуг) для того, чтобы получить доступ к функциональности, которая существует в рамках этих сервисов.

Облачные провайдеры обычно имеют свои собственные API (интерфейсы прикладного программирования), так что разработчики программного обеспечения могут использовать их для создания клиентских приложений для доступа к этой функциональности. В настоящее время некоторые из этих API, являются коммерческими, тем не менее, некоторые из них основаны на стандартах с открытым исходным кодом, таких как SOAP или REST.

Рассмотрим, как облачные сервисы могут быть использованы в учебном процессе и что для этого нужно. Возьмем, к примеру, типичный университет с ИТ-инфраструктурой, которая обслуживает учебные нужды студентов, преподавательский состав, научных сотрудников, методистов и разработчиков ПО (например, веб-разработчиков).

Как показано на рисунке 2, спрос на ИТ-сервис в этой среде ориентирован на ИТ-отдел, функции которого заключаются в следующем:

- обеспечить администрацию университета, преподавателей, сотрудников и студентов программным обеспечением (например, учетными записями электронной почты, операционными системами, офисными приложениями, детекторами вредоносных программ и пр.), а также аппаратными средствами (например, персональными компьютерами, серверами и пр.);
- обеспечить исследователей и аспирантов требуемым специальным программным обеспечением и аппаратными средствами;
- обеспечить веб-разработчиков необходимыми инструментами для разработки и хостинга веб-приложений.

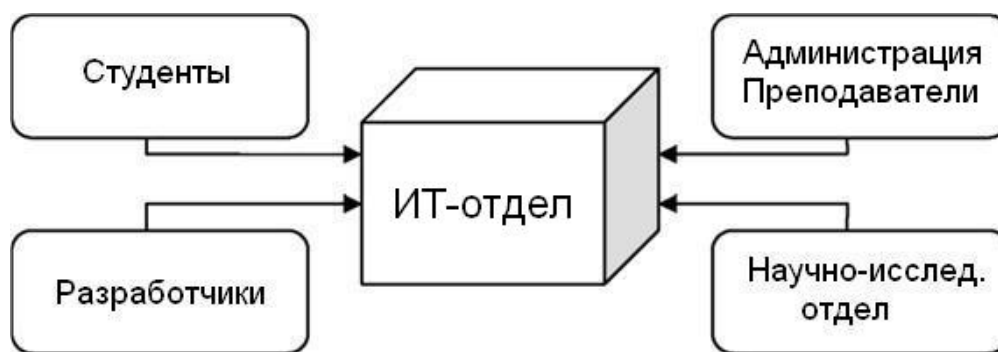


Рис.2. Упрощенная схема основных пользователей ИТ-сервисом обычного университета

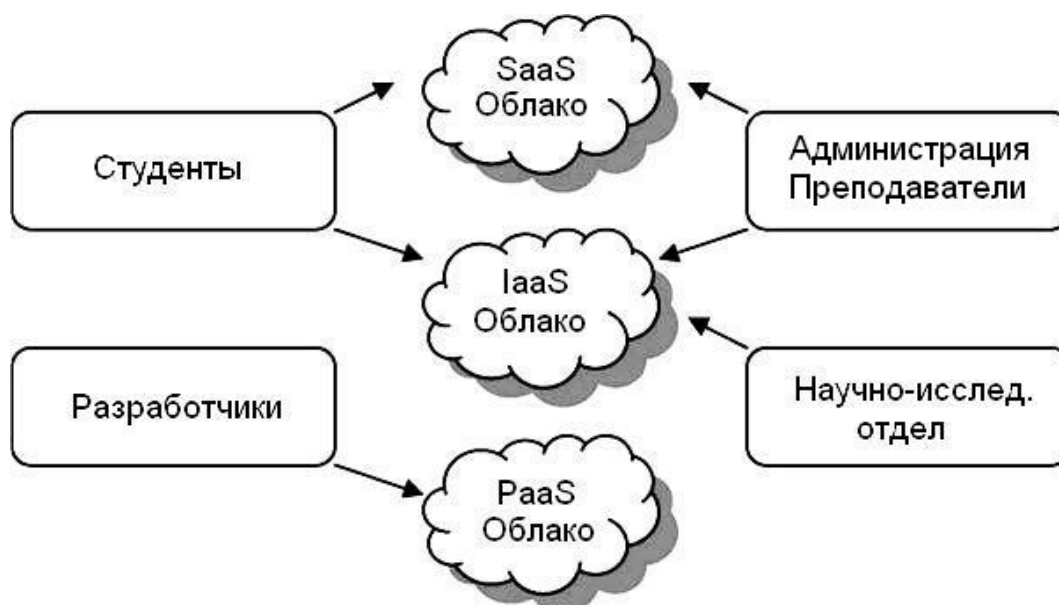


Рис.3. Упрощенная схема основных пользователей ИТ-сервисом обычного университета с использованием облачных сервисов

Многие функции этого отдела могут быть перенесены в облако, как показано на рисунке 3.

Например, студенты, администрация и преподаватели могут воспользоваться услугами провайдеров облака модели «программное обеспечение как сервис» (SaaS) и «инфраструктура как сервис» (IaaS). Любое программное обеспечение запущенное этой группой людей будет находиться на серверах облачного провайдера SaaS, а доступ осуществляться онлайн.

Любое требование для дискового пространства или дополнительного оборудования (например, виртуальный ПК или виртуальный сервер) выполняется непосредственно с помощью модели облачного сервиса «инфраструктура как сервис» (IaaS). Такая же ситуация касается и разработчиков в этой модели. Теперь разработчики могут использовать все необходимое им программное обеспечение и оборудование для размещения своих приложений используя модель облачного сервиса «платформа как сервис» (PaaS).

Наконец, научно-исследовательский отдел, чьи проекты требуют больших аппаратных ресурсов и много времени для обработки результатов могут сделать это удаленно с помощью модели облачного сервиса «инфраструктура как сервис» (IaaS).

Электронное обучение. Рассматривая тему облаков, общей доступности Интернета и компьютеров нельзя не сказать об электронном обучении (e-learning).

Электронное обучение (e-learning) — это система обучения при помощи информационных, электронных технологий. К электронному обучению относятся электронные учебники, образовательные услуги и технологии [3].

Мировая индустрия электронного обучения по самым скромным подсчётам составляет 48 млрд. долларов. E-learning возникло благодаря развитию интернета и мультимедиа, ключевыми моментами являются консалтинг, контент, технологии, сервисы и поддержка.

Стремительность современного мира требует применения наиболее быстрых и дешёвых способов процессов генерации и передачи знаний. Электронное обучение является одним из возможных инструментов, позволяющих решать эту острую проблему современности.

Современные студенты — в основном сетевое поколение, для которых электронный способ получения информации (в данном случае именно учебной) является нормальной составляющей жизни. В целом высокие технологии в образовании приветствуются студентами, — знания, умения, навыки пригодятся в самосовершенствовании и будут способствовать карьерному росту. Информационные коммуникационные технологии стали

их рабочим инструментом.

Многие высшие учебные заведения на коммерческой основе предлагают сейчас обучение в онлайн-классах. Однако, из некоммерческих вузов меньше половины может предоставить онлайн-обучение. Частные образовательные учреждения могут быть в большей степени вовлечены в онлайн-обучение по мере того, как стоимость таких онлайн-систем будет уменьшаться. Также потребуется квалифицированный персонал для работы со студентами в режиме онлайн. Этот персонал должен не только понимать излагаемый материал, но также и владеть компьютером и интернет-технологиями. Онлайн-образование быстро развивается и в ведущих исследовательских университетах мира даже разработаны докторские программы, представленные онлайн.

Широкий спектр методов дистанционного обучения позволяет выбирать метод с учётом индивидуальных требований и предпочтений слушателя и ещё e-learning не исключает общение с преподавателем лицом к лицу.

Очевидными преимуществами электронного образования являются:

- выбор удобного времени и места для обучения;
- индивидуальный график обучения;
- возможность самостоятельно выбирать перечень дисциплин;
- постоянный контакт с преподавателем;
- прочное усвоение знаний;
- экономия времени и денег;
- доступность популярных курсов обучения в зарубежных университетах с получением сертификата.

В качестве примеров успешных и современных электронных обучающих ресурсов можно привести следующие:

- <https://www.coursera.org/>
- <https://www.udacity.com/>
- <http://www.intuit.ru/>

На этих ресурсах можно найти немало бесплатных курсов, при успешном прохождении которых выдаются сертификаты зарубежных вузов. На первых двух ресурсах лекции ведутся на английском языке, на третьем – на русском.

Выводы. Таким образом, исходя из изложенного выше, можно сделать вывод, что облачные технологии (cloud computing) - это новая парадигма в информационной сфере, которая приобретает все большие масштабы и в образовании. С помощью нее можно организовать доступ к информации в любое время и в любом месте. Главными преимуществами облачных технологий являются надежность, масштабируемость, безопас-

ность и в тоже время удобство и простота в использовании. В статье были рассмотрены основные модели облачных сервисов и показан пример их практического применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lin G., Fu D., Zhu J., Dasmalchi G. Cloud computing: IT as a service // IT Professional. – 2009, 11(2), 10–13.
2. Grossman R. The case for cloud computing. // IT Professional. – 2009, 11(2), 23–27.
3. Fox A. Cloud computing in education // Berkeley iNews. – 2009:
<https://inews.berkeley.edu/articles/Spring2009/cloud-computing>.

УДК 378.637:004.032.6

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНИХ КАДРІВ

Л.Б. Шумельчик, методист вищої категорії науково-методичного відділу Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: ShumelchikL@nmu.org.ua

Анотація. У статті обґрунтовуються теоретичні і методичні засади створення інформаційно-освітнього середовища вищого технічного навчального закладу в умовах якого відбувається ефективна професійна підготовка майбутніх інженерних кадрів.

Ключові слова: інформаційно-освітнє середовище, інфокомунікаційні технології, професійна підготовка, інженерні кадри.

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASES OF CREATION INFORMATIONAL AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN THE PROFESSIONAL TRAINING SYSTEM OF ENGINEERS

L. Shumelchik, Methodist of high category, Scientific and Methodological Department State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnipropetrovs'k, Ukraine, e-mail: ShumelchikL@nmu.org.ua

Abstract. Theoretical and methodical bases for creation the informational and educational environment at higher technical educational institution are justified in the paper. Due to this the professional training of future engineers is much more effective.

Keywords: Informational and educational environment, info-communication technologies, professional training, engineers.

Вступ. Формування професійних компетенцій у системі вищої профе-

сійної освіти відбувається в умовах широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій навчання. Перспективним напрямком є створення інформаційно-освітнього середовища (ІОС), характерною рисою якого є використання комп'ютера як комплексного засобу навчання, що забезпечує розвивальний вплив на форми й методи навчання. Метою використання інформаційно-освітнього середовища є пошук способів переробки й передачі інформації студентам, які дозволяють подати знання про професійну діяльність у найбільш зручному для засвоєння вигляді.

Аналіз останніх досліджень. За останні роки значний внесок у застосування комп'ютера як засобу навчання зробили такі науковці як: Т. Гребенюк, М. Грузман, Р. Гуревич, М. Жалдак, В. Заболотний, Г. Ібрагімов, Л. Литвинова, Н. Морзе, А. Усач та ін. Слід відзначити роботи російських дослідників, що займаються вивченням ефективності використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі (А. Косолапов, В. Овсянніков, Б. Агранович, А. Калюжний та ін.). Учені зазначають, що інформаційно-комунікаційні технології традиційно використовуються для створення інформаційно-освітніх середовищ. На ті ж аспекти використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні звертають увагу вітчизняні вчені (Н. Белявіна, А. Борзенко, В. Дьяконов, О. Іваницький, Н. Морзе, О. Разумовська, М. Фролов, В. Штепа). Проте аспект створення ІОС як засобу професійної підготовки майбутніх інженерів є недостатньо дослідженим у вітчизняній теорії і методиці професійної освіти.

Метою статті є обґрунтування теоретико-методичних засад створення інформаційно-освітнього середовища вищого технічного навчального закладу, в умовах якого відбувається ефективна професійна підготовка майбутніх фахівців.

Виклад основного матеріалу. Формування інформаційно-освітнього середовища як засобу професійної підготовки майбутніх інженерів повинно орієнтуватися на його інформаційний характер, який передбачає нові технології роботи з інформацією, що визначають основу взаємодії людини і машини. Становлячи собою єдину систему апаратних засобів, програмного забезпечення, фахівців і користувачів, баз даних та баз знань, а також інших елементів, що реалізують інформаційні процеси, інформаційно-освітнє середовище має володіти наступними властивостями змістовного плану:

- інформативність;
- спрямованість на комплексний розгляд матеріалів інформаційних ресурсів;
- системність (побудова зв'язків між наявними знаннями і одержуваною новою інформацією);

- інтеграція інформаційних об'єктів і технологій у навчальний процес;
- керованість (планування організаційних форм освітнього процесу з урахуванням індивідуальних особливостей інженерної підготовки, можливість коригування навчального процесу);
- орієнтованість на соціокультурні проблеми;
- гуманізація педагогічних відносин, що виявляється в особистісно орієнтованому підході до професійної підготовки майбутніх інженерів.

Реалізація цих властивостей середовища стає можливою на основі дотримання таких принципів організаційного плану:

- відкритий характер;
- узгодженість дій усіх учасників інформаційно-педагогічного процесу з його організації, самоорганізації і розвитку;
- багатоваріантний характер розвитку.

Стосовно вищої освіти можливе наступне трактування реалізації цих принципів [1; 3; 4]:

- застосування накопичених в світовій педагогічній практиці інформаційних ресурсів, їх активізація відповідно до цілей професійної інженерної підготовки;

- системне узгоджене поєднання інформаційних об'єктів і технологій, активне використання таких форм телекомунікацій, як телеконференції, чати, форуми й ін., метою яких є створення інформаційно-педагогічних ресурсів, їх інтеграція в педагогічний процес;

- пріоритетність розробки та впровадження інформаційних технологій і об'єктів навчально-методичного призначення, що забезпечують доступ до глобальних і локальних інформаційних ресурсів;

- поетапність формування інформаційно-освітнього середовища відповідно до ступеня освоєння комп'ютерної грамотності та розвитку інформаційної культури майбутніх фахівців та професорсько-викладацького складу;

- проектування інформаційних навчальних ресурсів, що забезпечують розвиток і саморозвиток інформаційно-освітнього середовища для ефективного вивчення конкретної навчальної дисципліни.

Формування інформаційно-освітнього середовища є досить тривалим поетапним процесом. У тому випадку, якщо середовище базується на загальнодоступних технологіях, їх прогрес змушує викладача постійно переглядати інструментальні можливості середовища і, отже, його дидактичне наповнення, методичні рішення, комунікаційні функції й ін.

Можна виділити два основних етапи створення та інтеграції ресурсів інформаційно-освітнього середовища в традиційний навчальний процес [1; 4].

1. Початковий етап чи етап «інновацій» зазвичай характеризується тим, що профіль традиційного курсу не змінюється, як не змінюються в процентному відношенні і встановлені компоненти курсу: час, відведений на аудиторні заняття, на самостійну роботу, на виконання індивідуальних завдань та контроль за ходом навчального процесу. Але в цих рамках викладач знаходить шляхи реалізації окремих елементів педагогічного процесу в новому вигляді, використовуючи ресурси інформаційно-освітнього середовища. Цей етап збігається у часі з процесом становлення і розвитку інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури навчального закладу та характеризується обмеженням залученням в цю інфраструктуру студентів. Тією чи іншою мірою цей процес характерний для більшості вищих навчальних закладів України.

2. Другий етап можна назвати етапом «педагогічної модернізації» - зміни профілю курсу. Мається на увазі збільшення ресурсів середовища в навчальному процесі. Складовим елементом навчального процесу стають реалізація групових чи індивідуальних проектів у комп'ютерному середовищі, переведення більшої частини самостійної роботи в телекомунікаційний режим. Педагогічна модернізація забезпечує значну самостійність студента і перехід від вправ репродуктивного типу, виконуваних в комп'ютерному середовищі, до індивідуалізованого навчального процесу, що характеризується високим рівнем мотивації.

На інтеграційному етапі впровадження інфокомунікацій в процес викладання завдяки реалізації різних проектів відбувається поступове формування локальних середовищ, що містять засоби телекомунікації та Інтернет-ресурси. Об'єднання цих локальних просторів на наступному етапі дозволить сформуванню спільного освітнього середовища, яке становить собою об'єднаний інформаційно-комунікаційний і фізичний простір вивчення навчальної дисципліни.

Усе вище наведене дозволяє розглядати інформаційно-освітнє середовище в умовах професійної підготовки інженерних кадрів та практики застосування інфокомунікаційних технологій як засіб, що дозволяє ефективно організувати індивідуальну та колективну роботу викладача і студентів, а також інтегрувати різні форми і стратегії освоєння знань з усіх дисциплін, спрямовані на розвиток самостійної пізнавальної навчальної діяльності.

Формування інформаційно-освітнього середовища слід починати з проектування, яке можна розглядати як багаторівневий процес з виділенням наступних рівнів [2; 3]:

- концептуальний: на цьому рівні формується модель навчання. Згідно цієї моделі навчання описується як система, що складається з двох підсистем - діяльності викладача і діяльності студентів. Всі компоненти на-

вчання, включаючи зміст і методи навчання, розглядаються в контексті цих діяльностей;

▪ технологічний: на цьому рівні проект інформаційно-освітнього середовища розглядається як спосіб управління навчальною діяльністю (метод навчання) на мікрорівні. Опис проекту дається у вигляді послідовності дій студентів і викладача і, власне, становить собою опис технології навчання. Таким чином, інформаційно-комунікаційна технологія навчання, як складова інформаційно-освітнього середовища, містить узгоджене поєднання форм і методів професійного навчання майбутніх інженерів, а засобом цього поєднання є комп'ютер як невід'ємний елемент мереж різного рівня зі всіма його навчальними і комунікаційними можливостями;

▪ операціональний: на цьому рівні процес навчання описується як розв'язання дидактичного завдання. Вказується, по-перше, які функції навчальної діяльності покладаються на комп'ютер, і, по-друге, основні способи (шляхи) управління навчальною діяльністю. У проекті враховується:

- який фрагмент навчання покладається на комп'ютер (повторення, закріплення, повний фрагмент навчання і т.ін.);

- ступінь індивідуалізації навчання;

- історія навчання студента, як використовуються ці дані;

- які типи відповідей студентів допустимі;

- який тип діалогу (фактичний, «діловий», педагогічно спрямований) буде реалізований в системі;

- якою мірою система допускає управління з боку студента (мається на увазі постановка питань, визначення стратегії навчання й ін.);

- рівень реалізації: містить два рівні: педагогічної і програмної реалізації.

Перший з них містить систему навчальних впливів. Проект інформаційно-освітнього середовища на рівні педагогічної реалізації може бути описаний і у вигляді сценарію. Останній визначає, як діє навчальна система в кожний момент навчання. У сценарії можна виділити дві частини - зовнішню і внутрішню. Зовнішня містить опис основних і допоміжних впливів (або вимоги до них, за якими система може згенерувати кожний вплив), а внутрішня - алгоритм управління навчальною діяльністю. У тому випадку, коли навчальна система реалізується за допомогою однієї програми, сценарій містить алгоритм переходу від одного навчального впливу до іншого [1].

Функціонування інформаційно-освітнього середовища припускає модульність. При такому підході до організації навчання студент працює з навчальною програмою, складеною з окремих модулів, що належать до єдиного поля предметної діяльності, яка перебуває у фокусі вивчення.

При структуруванні змісту навчальної дисципліни на навчальні модулі необхідно враховувати, що кожна частина - майбутній модуль - складається з пов'язаних між собою в деякому відношенні теоретичних, емпіричних і практичних компонентів змістів, сукупність яких виконує самостійну функцію.

З врахуванням особливостей створюваного інформаційно-освітнього середовища кожна навчальна дисципліна розбивається на наступні компоненти:

- 1) електронний підручник (теоретична частина курсу);
- 2) тести з теоретичної частини курсу;
- 3) керівництво з розв'язування задач (практична частина курсу);
- 4) тести з практичної частини курсу (електронний задачник);
- 5) словник термінів навчального курсу;
- 6) бібліографія навчального курсу.

Висновки. Таким чином, інформаційно-освітнє середовище в умовах професійної підготовки майбутніх інженерів та практики застосування інфокомунікаційних технологій, слід розглядати як засіб, що дозволяє ефективно організувати індивідуальну та колективну роботу викладача і студентів, а також інтегрувати різні форми і стратегії освоєння знань, спрямовані на розвиток самостійної пізнавальної навчальної діяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Назаров С. А. Педагогические условия проектирования личностно-развивающей информационно-образовательной среды технического вуза: автореф. дисс. канд. пед. наук / С. А. Назаров. – Ростов-н/Д, 2006. – 17 с.
2. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: [Учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров] // Е.С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров; Под ред. Е.С. Полат. - М: Издательский центр «Академия», 2000. - 272 с.
3. Федотова Е. Л. Формирование готовности студентов к использованию информационно-компьютерных технологий в профессиональной деятельности // Елена Леонидовна Федотова. Дисс. к.п.н., 13.00.08. – Москва, 2007. – 230 с.
4. Шаравин В. В. Применение сетевых учебно-методических комплексов в условиях профессиональной подготовки специалистов в вузе // Виктор Викторович Шаравин. Дисс. к.п.н., 13.00.08. - Ставрополь, 2005. – 144 с.

УДК 378.14:316.42:37.02

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

С.В. Балашов, кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
Днепропетровск, Украина, e-mail: balashov_s_v@mail.ru

И.В. Вернер, заведующий лаборатории информационных технологий проектирования
кафедры основ конструирования механизмов и машин

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
Днепропетровск, Украина, e-mail: ill3@mail.ru

В.И. Бышевский, студент гр. ГРмм-12-9

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,
Днепропетровск, Украина, e-mail: as19955@rambler.ru

Аннотация. Рассматриваются перспективы использования информационно-коммуникационных технологий в образовательной деятельности ВУЗов. Анализируются возможности современных электронных систем, а также результаты их внедрения в учебный процесс.

Ключевые слова: качество образования, высшее образование, информационно-коммуникационные технологии, видеолекции, электронная система тестирования знаний, виртуальный университет.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN EDUCATION

S. Balashov, Ph.D., Associate Professor of Machinery Design Bases Department

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: balashov_s_v@mail.ru

I. Verner, Head of informational technology design laboratory, Machinery Design Bases Department

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: ill3@mail.ru

V. Bishevksy, student of group GRmm-12-9

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine,
e-mail: as19955@rambler.ru

Abstract. The possibility of improving the quality of the educational process through the introduction of data communication technologies in teaching practices of the university is considered. The results of implement modern electronic systems into the educational pro-

cess are analyzed. One of the results is the fact that unthinking application of electronic learning systems can lead in the future to uprising specialists incapable to carry out investigations without any help.

Keywords: quality of professional training, high education, data communication technologies, professional education, e-learning, quality improvement factors.

Введение. Украина находится в процессе реформирования высшего образования, целью которого является создание единого общеевропейского образовательного пространства и общеевропейской системы образования. В соответствии с принципами Болонской декларации проводится ряд мероприятий, который в будущем должен создать возможность продолжения образования в других высших учебных заведениях стран, подписавших Болонскую декларацию. Это призвано сделать Украинскую систему образования конкурентоспособной.

Рассматривая мировые тенденции очевиден рост количества студентов, обучающихся за пределами своих стран. Такие студенты, как правило, это наиболее мобильные молодые люди, финансово обеспеченные и обладающие большими способностями и талантами. Эти качества позволяют им поступать в ведущие ВУЗы мира. За таких людей сегодня ведется мировая конкуренция не отдельными ВУЗами, а образовательными консорциумами и странами. Активно участвуя в борьбе за таланты, ведущие университеты Европы начали резко наращивать портфель магистерских программ на английском языке, количество которых за последние 5 лет возросло практически в 10 раз. Большинство ВУЗов столкнулось с дилеммой – включаться ли в глобальное образовательное пространство, приняв международные правила игры, или же игнорировать их, рискуя в течение 10–15 лет превратиться в образовательную провинцию.

Ввод новых стандартов образования, нацеленных на уменьшение количества аудиторных часов и акцентирование процесса обучения на самостоятельную работу студента, привел преподавателей к необходимости перестройки содержания курсов дисциплин новым стандартам и использованию новых технологий обучения. Очевидно, что для того чтобы при ограниченности аудиторных часов не страдало качество образования, необходимо применять новый формат изучения материала.

Цель работы. Рассмотреть достоинства и недостатки электронных систем обучения и проверки знаний учащихся. Выбрать основные направления работы с электронными системами образования обеспечивающие объективный контроль знаний и эффективное обучение с возможностью формирования у учащихся цельной личности, широкого кругозора и творческого образа мышления.

Материал и результаты исследований. Цифровая революция послед-

них десятилетий затронула все сферы жизни и мировой промышленности. Это связано с быстрым развитием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ): мобильной связи, Интернета и компьютерной техники в целом. В 2000-х годах наблюдался беспрецедентный рост предпринимательских Интернет-проектов, которые быстро переросли в компании глобального масштаба (Google, Facebook и др.), изменив привычные форматы коммуникации, роботы с информацией и социального взаимодействия между людьми [1].

Несмотря на то, что сферу образования эти технологические новинки затронули с запаздыванием в десяток лет, уже в данное время широко распространены массовые открытые он-лайн курсы (МООС – massive open on-line courses). Яркими и наиболее успешными из них являются совместные проекты Гарварда, Массачусетского технологического института и Беркли. Они объединяют более 4,5 млн. студентов со всего мира. Также появился ряд проектов управления учебным процессом, оценки и сертификации результатов обучения, социальные сети для преподавателей и студентов, исследователей, работодателей и т.д. Широкое распространение таких проектов связано с тем, что они способны более эффективно выполнять функции университетов, что приведет к обострению конкуренции и изменению существующих моделей ВУЗов в ближайшем будущем. Всё вышперечисленное на фоне снижения возможности для дополнительного финансирования классической системы образования требует глубокой трансформации образовательных учреждений.

За последние несколько лет успела сформироваться новая технологическая платформа образования, объединившая преимущества разных проектов воедино. В данный момент она представляет собой альтернативу традиционным формам обучения. Благодаря социальным сетям на платформе Web 2.0 сформировался новый тип людей, привыкших жить и работать в сети Интернет. Ключевыми элементами данной платформы являются:

- массовые открытые он-лайн курсы (МООС) позволяющие организовать учебный процесс одновременно тысячам студентов, находящихся в любой точке мира;

- системы управления учебным процессом (LMS – Learning Management Systems) управляющие концепциями индивидуального образования и ведут оценку результатов обучения всех видов образовательных форматов;

- системы поддержки нового образования, состоящие из специализированных социальных сетей для студентов, преподавателей и работодателей, а также систем анализа, позволяющих непрерывно улучшать и

настраивать учебный процесс;

– новая инфраструктура образования, дающая физический доступ к новым образовательным возможностям: компьютерная техника, планшеты, смартфоны, модернизированные учебные учреждения, виртуальные университеты.

Очевидно, что при современном уровне развитии информационных коммуникаций (Интернет и средства мультимедиа) у студентов не возникает проблем с доступом к информации, и преподаватель в данное время уже не является главным её источником.

Так в ГВУЗ «Национальный горный университет» на сайте каждой из кафедр есть раздел электронной литературы с методической и научной литературой доступной любому желающему студенту. Также есть общеуниверситетский репозиторий содержащий всю учебную литературу [2]. Это делает материалы широкодоступными для целевой аудитории и позволяет преподавателю вносить постоянные обновления, а также дополнять их видеосюжетами и графикой. Отпадает необходимость в разъяснении нового материала, так как он в актуальном и структурированном виде представлен в электронном учебно-методическом комплексе. С помощью гиперссылок преподаватель стимулирует студентов к самостоятельному поиску и отбору информации в Интернет, что побуждает их сознательно получать и усваивать знания, а также вырабатывает готовность к динамичному изменению материала и учету новых интерпретаций.

Использование в процессе обучения видео-лекций позволяет студентам получать доступ к нужной информации в любое время, а также дает возможность изучать материал, не ограничивая себя во времени. Так кафедрой основ конструирования механизмов и машин (ОКММ) на сервисе YouTube создан канал кафедры [3], содержащий видео-лекции по ряду читаемых дисциплин. Данный сервис предоставляет возможность обсуждать и комментировать видео, таким образом, студенты имеют возможность оперативно получить ответы на интересующие их вопросы от преподавателей и заинтересованных специалистов многих стран мира. Преподаватели кафедры во время аудиторных лекций активно используют оборудованные проекционными устройствами аудитории, что придает наглядность и позволяет с высоким уровнем наглядности доносить информацию до учащихся. Во время лекций в полной мере широко используются ИКТ, позволяя студентам видеть видео с работающим оборудованием и изучаемыми процессами в динамике.

Во время проведения лабораторных занятий в лаборатории информационных технологий проектирования кафедры ОКММ студенты, работая на современном компьютерном оборудовании, имеют доступ к сете-

вым ресурсам, содержащим обучающую литературу и Интернет. Преподаватели, находясь за своими компьютерами, не сходя с места, имеют возможность помогать любому студенту удаленно, а также видят рабочие столы всех студентов и имеют доступ к системам наблюдения за всеми компьютерными классами лаборатории.

Нарастает использование университетом обучающей образовательной платформы, которая в отличие от компьютерных программ, не работает с конкретным содержанием, а лишь задает рамки, в которых размещается любой учебный материал. Поскольку ИКТ разрабатывались не специально для нужд образования, все еще остается ряд вопросов, связанных с анализом их дидактических свойств и разработкой методик их применения в учебном процессе. ВУЗом используется смешанное обучение (*blending learning*) в рамках которого сочетается традиционное (аудиторное) образование и электронное на основе сетевых учебных интернет-ресурсов и курсов. Так институт заочного образования ГВУЗ «НГУ» широко использует LMS Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда) – это наиболее распространенная система управления обучением, ориентированная, прежде всего на организацию взаимодействия между преподавателем и учениками, также подходит и для организации традиционных дистанционных курсов, а так же поддержки очного обучения. Курсы по разнообразнейшим дисциплинам размещены на университетских серверах в рамках данной системы.

Применение классического метода проверки знаний студентов продемонстрировало наличие в педагогической практике субъективности методов оценки профессиональной подготовки. При этом зачастую игнорировались быстрые и эффективные методы диагностирования знаний и преобладала организация репродуктивного контроля, при котором основой для положительной оценки являлось воспроизведение студентами предметных знаний. В связи с этим для повышения качества профессиональной подготовки студентов в ВУЗе было внедрено тестирование, как аттестационная процедура, позволяющая оперативно и с максимальной объективностью оценить эффективность функционирования системы «преподаватель-студент». Таким образом, компьютерное тестирование обеспечивает преподавателя объективной и оперативной информацией об уровне усвоения студентами материала, а также является показателем качества преподавания. Также использование электронных систем тестирования знаний студентов заметно упрощает для преподавателей старой школы переход на модульно-рейтинговую систему оценивания.

В рамках научно-исследовательской работы кафедра ОКММ провела исследование современных электронных систем оценивания знаний сту-

дентов [4]. Рассмотрев широкий ряд Web-ориентированных систем мониторинга и контроля знаний студентов, на платформах с открытым и закрытым исходным кодом был сделан вывод о том, что системой наиболее полно удовлетворяющей требованиям является LMS Moodle. Данная система широко используется в пространстве СНГ как основа для создания сайтов учебных заведений и организаций, занимающихся образовательной деятельностью. Несмотря на то, что данная система изначально предназначается для эффективного обеспечения дистанционного образования, опыт её использования на кафедре ОКММ позволяет продемонстрировать высокие показатели функциональности в качестве системы диагностики знаний [5–7].

Сотрудниками кафедры ОКММ также была разработана новая система оперативного электронного тестирования уровня знаний студентов [8]. В качестве базовой рабочей среды избран табличный процессор Excel пакета Microsoft Office операционной системы Microsoft Windows, а управление ею осуществляется специально написанными на языке программирования Visual Basic for Applications макросами (программными модулями). Данная система разработана под конкретные нужды университета и обладает всеми требуемыми функциями по критериям оценивания и вывода статистики в виде готовых к печати заполненных ведомостей. Оценка знаний ведется в трех системах: национальной, 100-бальной, и международной ECTS. Используя локальную сеть лаборатории информационных технологий проектирования кафедры ОКММ данная система централизованно сохраняет статистическую информацию на сервер. Преимущество данной системы заключается в том, что система может работать практически на любом компьютерном оборудовании с установленным пакетом Microsoft Excel и не требует при работе подключения к Интернет, или настройки/установки каких либо серверов баз данных. Данная система также прошла апробацию в рамках контроля знаний многими кафедрами механико-машиностроительного факультета ГВУЗ «НГУ».

Электронное тестирование на кафедре ОКММ является вспомогательным средством непрерывного контроля знаний студентов очной формы обучения на протяжении семестра. Модульный контроль знаний студентов по ряду дисциплин технической направленности проводился с использованием данных систем и доказал неоспоримые преимущества, разгружая преподавателей от задач ведения документооборота, а также сводя к минимуму затраты времени на контроль знаний.

Полагаясь лишь на системы дистанционного обучения и электронного тестирования единожды создав курсы, в состав которых входят видеолекции, лабораторные работы, тесты оценивающие уровень знаний учащихся,

можно получить готовую систему электронного образования. И характерно то, что такой, отлаженной и работающей автономно системе, уже может и не требоваться постоянное вмешательство преподавателей, которые задействованы в классическом процессе образования. Для функционирования таких систем достаточно лишь грамотных администраторов. Пойдя по такому пути развития, мы уходим от межличностного общения как такового и полностью исключаем любые творческие составляющие развития человека, без которых невозможно развитие или создание чего-то нового.

Немаловажным фактором является субъективизм подачи знаний в литературе и лекциях, так как каждый педагог представляет материал сугубо со своей точки зрения. Эта точка зрения зачастую может являться общепринятой и поддерживаться целой плеядой ученых стоящих на данных позициях. Таким образом, в системах тестирования часто в качестве правильных указаны хоть и общепринятые в научной среде ответы на вопросы, но являющиеся спорными, о чем тактично умалчивают. Откуда следует, что одной из проблем современной системы образования является сам педагог. Даже сравнительно небольшая группа учеников может для него стать средством демонстрации собственной важности, если он использует авторитет для облегчения своей задачи и если преподавание служит для него инструментом распространения влияния на окружающих.

В юности человек открыт и восприимчив. И педагоги, обладая достаточным пониманием, могли бы помочь молодежи освободиться от той обусловленности, которую навязало им общество, и от той, которую они создали себе сами. Если ум и сердце учащегося не поработаны догматикой и предубеждениями, он обретет свободу и будет готов к исследованию и постижению того, что находится над ним и вокруг него.

Люди должны стать целостными личностями, если они хотят выбраться без особых потерь из любого кризиса, и настоящего мирового кризиса в особенности. Поэтому педагоги и студенты, которым действительно небезразлична проблема образования, обязаны в первую очередь беспокоиться о том, как воспитать целостную личность. Для этого, вне сомнений, педагог и сам должен быть целостным и свободным человеком.

Примером альтернативного пути развития, а также востребованности, популяризации и широкого распространения научного знания могли бы стать так называемые виртуальные учебные заведения. В данном случае находясь в виртуальной учебной среде студенты и преподаватели, находясь в различных точках мира, общаются и получают знания в интерактивном процессе. Например, в Актюбинском региональном государственном университете им. К. Жубанова действует Виртуальная Академия. Она представляет собой образовательный виртуальный мир, в котором можно

проводить и посещать учебные курсы, совещания, презентации, тренинги для групп от одного до нескольких десятков пользователей одновременно.

Главной особенностью Виртуальной Академии является возможность 3D записи всех проходящих в ней занятий и событий. Если в реальной жизни и в других виртуальных мирах занятие заканчивается и остается в прошлом, в Виртуальной Академии прошедшее интересное занятие всегда можно посетить снова, придти на него с друзьями. Преподаватель может сохранить свои удачные курсы и занятия, предоставить доступ к ним новым ученикам и студентам. Записи учебных занятий - это главная ценность Виртуальной Академии [9].

Вывод.

1. Развитие современного общества требует от ВУЗов создания эффективных систем и объективных методик мониторинга знаний, оценки качества обучения, новых методов изложения материала.

2. Для обеспечения выживаемости и развития ВУЗа в современных условиях необходимо привлекать учащихся из стран зарубежья, для чего требуется разрабатывать планы дисциплин и документацию на английском языке, готовить педагогов способных вести занятия на иностранных языках, постоянно следить за современными мировыми образовательными тенденциями и соответственно в сжатые сроки корректировать материалы.

3. Опыт использования электронных систем тестирования показал, что с их помощью можно объективно оценивать не только знания студентов, но и уровень организации учебного процесса, при очном тестировании дисциплин не творческого характера. Однако в других случаях использование таких систем рекомендуется как вспомогательный инструмент, в лучшем случае позволяющий аттестовать студента как имеющего удовлетворительный уровень знаний.

4. Несмотря на ряд положительных моментов полученных в результате использования современных образовательных электронных систем, следует учесть и существенный ряд спорных позиций [10-11]. К таким следует отнести: неоднозначность в оценках по дисциплинам творческого характера; отказ от концепции всестороннего развития человека, что использовалась веками, получение специалистов узкой специализации; снижение творческих возможностей личности и многие другие. Не последним аспектом при работе отлаженных автоматизированных систем обучения в данном случае является тенденция последующего сокращения и отстранение педагогического персонала от образовательного процесса и замена его малочисленным обслуживающим систему административным персо-

налом.

5. Современные средства ИКТ предоставляют широкий ассортимент средств обучения, которые воплощают в жизнь принципы индивидуализации, усиления мотивации, реализовывают деятельностный подход в обучении. Но полученный опыт подтверждает то, что только глубоко продуманное и грамотное использование этих средств, а также тщательный отбор содержания и применения могут способствовать достижения результатов поставленных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: монография / Под. редакцией: Бадарча Дендева – М.: ИИТО ЮНЕСКО, 2013. – 320 с.
2. Institutional repository of National Mining University: [Электронный ресурс]. URL: <http://ir.nmu.org.ua/>. (Дата обращения: 05.03.2014).
3. Канал кафедры основ конструирования механизмов и машин: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.youtube.com/user/ЗНАНУЕ>. (Дата обращения: 05.03.2014).
4. Розробка та впровадження сучасних засобів діагностування та контролю знань (заключ.) / ДВНЗ «НГУ»; кер. Зіборов К.А., відпов. викон.: Балашов С.В. – Д.: НГУ., 2012. – 50 с. – М-367.
5. Vasily Denisyuk, Introducing Contemporary Methods of Knowledge Diagnostics and Control // V. Denisyuk, I.V. Verner, T.I. Morozova / Розширюючи обрії [Текст]: зб. тез восьмого міжнар. форуму студ. і молодих учених, 11 – 12 квітня 2013 р., м. Дніпропетровськ / за ред. О.І. Шарова, С.І. Костицької. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – Т.2. – с. 157.
6. Зіборов К.А. Впровадження сучасних дистанційних засобів діагностування та контролю знань // К.А. Зіборов, В.В. Проців, І.В. Вернер / Удосконалення системи моніторингу забезпечення якості вищої освіти України : зб. тез доповідей наук.-практ. конф., квітень 2013 р., Дніпропетровськ – Д. : ДВНЗ «НГУ», 2013. – С. 130 – 136.
7. Дудуко М.О. Впровадження сучасних інформаційних технологій діагностування рівня знань // М.О. Дудуко, Г.І. Сарічева, І.В. Вернер / Молодь: наука та інновації: Матеріали І-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Дніпропетровськ, 3-4 грудня 2013 року). – Д.: Державний ВНЗ "НГУ", 2013. – С. 488.
8. Проців В.В. Система модульного (оперативного) тестирования уровня знаний студентов // В.В. Проців, К.А. Зіборов / Удосконалення системи моніторингу забезпечення якості вищої освіти України : зб. тез доповідей наук.-практ. конф., квітень 2013 р., Дніпропетровськ – Д. : ДВНЗ «НГУ», 2013. – С. 169 – 176.
9. Сайт Виртуальной Академии АРГУ им. К. Жубанова: [Электронный ресурс]. URL: <http://95.57.215.45/>. (Дата обращения: 05.03.2014).
10. Чурсін М. М. Інформаційні технології в освітній діяльності: чи існують обмеження? / Духовність особистості: методологія, теорія і практика: збірник наукових праць / гол. редактор Г.П.Шевченко – Вип. 1(42). – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2011. – 253 с.
11. Образование и смысл жизни / Кришнамурти Джидду. — К.: «София»; М.: ИД «София», 2003. — 192 с.

УДК 378.146

ПЕДАГОГІЧНА ДІАГНОСТИКА РІВНЯ ДОСЯГНЕНЬ СТУДЕНТІВ ПРИ КОМПЕТЕНТНІСНОМУ ПІДХОДІ ДО ЗМІСТУ НАВЧАННЯ

О.В. Горпинич, доцент кафедри прикладної економіки

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна

Анотація. В роботі наведено результати узагальнення методичних підходів до формування та впровадження педагогічної діагностики, визначено принципи та складові діагностування рівня досягнень студентів при компетентнісному підході до змісту навчання.

Ключові слова: педагогічна діагностика, компетенції, принципи діагностування, складові діагностики, інформаційні технології тестування.

EDUCATIONAL ASSESSMENT LEVEL OF ACHIEVEMENT OF STUDENTS AT THE COMPETENCY APPROACH TO LEARNING CONTENT

О. Норпунч, lecturer of Applied Economics Department

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine

Abstract. The paper summarizing methodological approaches to the development and implementation of educational assessment, the principles and components of diagnosis of student achievement in a competency based approach to training content.

Keywords: pedagogical diagnostics, competencies, principles of diagnosis, diagnostic components, information technology testing

Вступ. Формування стандартів вищої освіти нового покоління здійснюється на підставі компетентнісного підходу до моделювання результатів освіти як норм його якості. Така нова парадигма освіти відображається в системному і цілісному вигляді образу результату навчання; формуванні результатів як ознак готовності випускника ВНЗ продемонструвати відповідні компетенції; визначенні структури загальних і професійних компетенцій.

В той же час, компетентнісний підхід включає в себе особистісні новоутворення, мотиваційно-ціннісні, комунікативні, когнітивні складові, що утворюють нову інтегративну якість фахівця - здатність розв'язувати практичні соціально-професійні завдання, адаптуватись до нових умов праці і нового соціального оточення, здатність до продовження освіти та самовдосконалення на протязі життя. Таким чином, компетентнісна модель фахівця є результатом аналізу професійної і соціальної діяльності випускника,

а формування компетенцій визначає зміст професійної освіти, орієнтований на успішне виконання основних функцій фахівця, громадянина, особистості.

Управління процесом формування майбутнього фахівця відбувається на підставі реалізації фундаментальних функцій менеджменту, зокрема планування, організації, регулювання, стимулювання мотивації до навчання, контролю. Остання функція тісно пов'язана з педагогічною діагностикою рівня досягнень студентів та моніторингом сформованості компетенцій майбутніх фахівців як складових управління якістю освіти [1].

Актуальність питань, що пов'язані з впровадженням у навчальний процес методів та форм діагностики, обумовлено необхідністю розв'язання суперечностей, що виникли внаслідок зміни парадигми вищої освіти. Суперечності полягають у невідповідності між нагальною потребою впровадження при оцінюванні рівня сформованості компетенцій засобів діагностики, механізму їх застосування та відсутністю або недосконаліми методичним забезпеченням, організацією впровадження та функціонуванням такої складової контролю навчання.

Мета роботи полягає в узагальненні методичних підходів до організації та впровадження педагогічної діагностики, обґрунтування складових діагностування рівня досягнень студентів при компетентнісному підході до змісту навчання.

Матеріал та результати досліджень. Термін «діагностика» та процедура її застосування запозичені в педагогіку з технічних знань. В енциклопедії [2] стверджується, що «технічна діагностика - дисципліна, що вивчає і встановлює ознаки дефектів технічних об'єктів, а також методи і засоби виявлення та пошуку дефектів». Основний предмет такої діагностики є організація ефективної перевірки справності, працездатності, правильності функціонування об'єктів і процесів, тобто організація процесів діагностування технічного стану об'єктів при їх виготовленні та експлуатації (під час, до і після застосування). А в словнику [3] технічна діагностика розглядається як «встановлення і вивчення ознак, що характеризують наявність дефектів в (машинах, механізмах) для передбачення можливих відхилень у режимах їх роботи, а також розробці методів і засобів виявлення та локалізації дефектів у технічних системах».

Ковальчук Г.О. доводить, що діагностика результатів навчальної діяльності студентів - це теоретично обґрунтована та практично апробована педагогічна система встановлення основних ознак, які характеризують сформовані в процесі навчання компетентності студента - майбутнього фахівця [4].

Метою педагогічної діагностики знань є:

- прояв і розвиток системи компетентностей майбутнього фахівця;
- виявлення, перевірка і оцінка рівня здобутих знань, сформованих умінь і навичок;
- порівняння фактичних результатів навчально-пізнавальної діяльності із запланованими, наперед установленими стандартами;
- стимулювання цілеспрямованої систематичної, інтенсивної роботи студентів;
- підвищення об'єктивності оцінювання;
- одержання своєчасної інформації про стан засвоєння змісту програми на всіх етапах навчання.

У відповідності з метою та цілями визначаються науково-практичні завдання застосування педагогічної діагностики. До основних слід віднести [5].

1. Актуалізація професійно знань, умінь і навичок, що формуються загальні та професійні компетенції.
2. Реалізація взаємозв'язку теорії з практикою.
3. Формування і розвиток прогностичного, творчого стилю мислення.
4. Закріплення раніше вивченого матеріалу.
5. Розвиток практичних умінь і навичок у самостійній роботі.
6. Створення умов для подальшої диференціації студентів за рівнями засвоєння.
7. Підготовка студентів до сприйняття і засвоєння нового навчального матеріалу.
8. Забезпечення педагогічної корекції рівня професійно значущих знань, умінь, навичок і властивостей особистості тощо.

Слід відзначити, що в зазначених дослідженнях не розглядається методологія розробки та застосування засобів діагностики в умовах компетентнісного підходу до навчання.

Дослідники в роботі [5] наполягають, що педагогічна діагностика повинна включати три аспекти: функціональний, структурний, психосоцистичний.

При *функціональному* аспекті система діагностики виконує наступні функції:

- інформаційна - отримання даних про ефективність практичної підготовки, що забезпечує зростання професійних, особистісних, соціальних якостей студента;
- аналітична - використання отриманого матеріалу для аналізу і визначення оптимального шляху і підбиття підсумків навчальної підготовки;
- орієнтовну - для управлінської орієнтації в умовах організації процесу навчання, при визначенні шляхів його корекції;

- контрольна - підтримка практичної підготовки на відповідному рівні;
- управлінська - регулювання ходу формування компетенцій.

У *структурному* аспекті в процедуру педагогічної діагностики входять наступні компоненти:

- організація діагностики, що включає попередній аналіз змісту підготовки;

- підготовчий етап, на якому розробляється програма діагностики, визначаються та розробляються засоби діагностики, підбираються експерти, визначається об'єкт та зміст того, що підлягає діагностиці;

- проведення діагностики;
- обробка та аналіз результатів.

Сьогодні потрібно не просто здійснювати діагностику рівня досягнення результатів освіти, а комплексну діагностику розвитку всіх сторін *особистості* майбутнього фахівця, які проявляються в його професійній та соціальній діяльності. У методичному аспекті рішення поставленої задачі припускає управління процесом діагностики в єдності трьох її складових: змістовною, операційно-процесуальною та психорегулятивною. Перша з названих сторін орієнтує на діагностику рівня засвоєння досліджуваного матеріалу, друга - на оволодіння професійними вміннями та навичками, третя - на розвиток і контроль професійно значущих якостей особистості.

Як стверджує Підласий І.П., "до основних принципів педагогічної діагностики належать принципи: *об'єктивності* (максимальна об'єктивність в процесі та аналізі результатів, уникнення суб'єктивізму, оціночних суджень, упередженого ставлення до тих явищ, процесів, об'єктів, які діагностуються); *цілісності* (розгляд об'єкта в цілісній системі, яка має компоненти, що між собою взаємопов'язані); *процесуальності* (вивчення об'єктів, явищ, процесів у їх динаміці, враховуючи вихідні і реальні показники навчально-виховного процесу); *детермінізму* (виявлення і врахування причинно-наслідкових зв'язків в об'єкті, який діагностується, а також факторів, що впливають на зміни в його розвитку); *персоналізації* (аналіз явищ, процесів, об'єктів не лише з точки зору загальних законів розвитку, але й враховувати індивідуальні особливості, які мають вплив на розвиток); *компетентності* (проведення діагностичної діяльності та аналіз результатів лише на основі професійних знань та умінь самого дослідника, щоб не принести шкоди тому, хто підлягає вивченню)"[6].

Сучков В. Сафин Р., Корчагин Е. звужують кількість принципів педагогічної діагностики до трьох та в якості найважливіших пропонує виділяти принципи *об'єктивності, систематичності, наочності (гласності)*. *Об'єктивність* характеризується науково обгрунтованим змістом діагностичних тестів (завдань, питань), діагностичних процедур; рівним, толерантним

ставленням викладача до всіх студентів; точними, адекватними і однозначно встановленими критеріями оцінювання знань, умінь, навичок (загальних та професійних компетенцій).

Проведення діагностичного контролювання на всіх етапах дидактичного процесу - від початкового сприйняття знань до їх практичного застосування - забезпечує принцип *систематичності*. Він вимагає регулярного діагностування всіх студентів на протязі всього терміну навчання у вузі, комплексного підходу, що дозволяє підпорядковувати різні форми контролю однієї мети, методи і засоби діагностики, перевірки, оцінювання.

Проведення відкритих випробувань всіх студентів за одним і тим же критерієм відповідає принципу *гласності*. Рейтинг кожного студента при цьому носить наочний, порівняльний характер. Оголошення і мотивація оцінок дозволяє судити про еталони вимог до нього, а також про об'єктивність викладача [5].

Як відомо, алгоритм діагностування передбачає виконання деякої умовної або безумовної послідовності певних дій з об'єктом. Розрізняють алгоритми перевірки і алгоритм пошуку. *Алгоритм перевірки* дозволяє виявити наявність дефектів, що порушують його працездатність або правильність функціонування. Реалізація *алгоритму пошуку* дозволяє вказати, який дефект або група дефектів (з числа розглянутих) має об'єкт [2].

Реалізація діагностування як процесу в технічній сфері розглядається з системних позицій. Так розрізняють системи тестового та функціонального діагностування. *Системи тестового діагностування* застосовують при його виготовленні і ремонті, перед застосуванням і після нього, коли необхідна перевірка справності об'єкта і чи його працездатності. У цьому випадку на об'єкт діагностування надходять спеціально організовані тестові дії.

Системи функціонального діагностування застосовуються при використанні об'єкта за призначенням, коли необхідна перевірка правильності функціонування і пошук дефектів, що порушують останнє. При цьому на об'єкт надходять тільки передбачені його алгоритмом функціонування тестові дії.

Обґрунтування та розробка систем діагностування містять вивчення об'єкта, його можливих дефектів і їх ознак; складання математичних моделей (формалізованого опису) працездатного об'єкта і того ж об'єкта в несправному стані; побудову алгоритмів діагностування; налагодженні і випробуванні системи [2].

Загальна схема організації педагогічної діагностики також повинна бути побудована на принципах системного підходу і містити класичні елементи, характерні для всіх діагностичних процесів. По-перше, основним ядром побудови системи педагогічної діагностики є стратегічні цілі та визна-

чені завдання діагностування професійної освіти. По-друге, має бути визначений та розроблений комплекс навчально-виробничої документації, нормативно-методичної та технологічної документації діагностики якості змісту навчання. До таких документів відносимо професійні і освітні стандарти, кваліфікаційні характеристики, робочі програми, навчальні плани.

Нині існуючі в вузах діагностичні системи дозволяють оцінювати тільки частку умов підготовки фахівців, але не загальну усю підготовку. Розробка та впровадження комп'ютеризованих тестових систем контролю знань з дисциплін, загального рівня досягнень студентів повинні здійснюватися з урахуванням структури майбутньої діяльності фахівців[7].

Безпосереднім чином торкнулося тестування процес інформатизації освіти, оскільки тести виявилися найбільш зручним засобом контролю, орієнтованим на застосуванні персонального комп'ютера. Комп'ютеризація контролю і оцінки формування професійних компетенцій повинна стати важливим напрямком використання інформаційних технологій підтримки освітнього процесу. Реалізація освітнього стандарту підготовки фахівця вимагає стандартної процедури (технології) перевірки, вимірювання, оцінки рівня підготовки. У цій ситуації саме комп'ютерний тест з його чітким алгоритмом дій, високим рівнем технологічності, можливістю єдиного підходу до проведення контролю, перевірки й оцінки його результатів здатний представити адекватну інформацію про якість процесу навчання [8, 9].

Висновки. Таким чином, педагогічна діагностика дозволяє своєчасно виявляти недоліки, оцінювати і аналізувати хід навчального процесу, розглядати результати підготовки фахівців у зв'язку з методами і способами їх досягнення і найголовніше - виявляти тенденції, динаміку формування фахівця.

Педагогічна діагностика повинна здійснюватися таким чином, щоб викладач отримав не тільки реальні показники рівня оволодіння знаннями, вміннями та навичками, здатності майбутнього фахівця творчо використовувати їх у різних виробничих ситуаціях, але мав можливість об'єктивно оцінити ефективність такої діагностики. Для виконання таких задач необхідні розробка засобів діагностики та розробка методик їх впровадження з застосуванням інформаційних технологій підтримки освітнього процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Письменкова Т.О. Моніторинг рівня сформованості компетенцій майбутніх фахівців як складової управління якістю вищої освіти / Т.О. Письменкова // 36. мат. міжнар. конф. «Форум гірників-2013», 2-5 жовт. 2013., м. Дніпропетровськ. - Д.: Національний гірничий університет, 2013. - Т. 4. - С. 286-294.

2. Большая советская энциклопедия / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Изд-во Советская энциклопедия, 1976. – 600 с.
3. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – 1599 с.
4. Ковальчук Г.О. Активізація навчання в економічній освіті [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ukrkniga.org.ua/ukrkniga-text/760/30/>.- Назва з екрана.
5. Сучков В. Диагностика качества содержания практической подготовки студентов / В. Сучков, Р. Сафин, Е. Корчагин // Высшее образование в России. – 2006. - №9. – С. 119-124.
6. Підласий І.П. Діагностика педагогічних проектів / І.П. Підласий – К.: Освіта, 2002. - 165 с.
7. Шимкова І. Використання автоматизованого тестового контролю знань для організації самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів / І. Шимкова // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Вип. 46. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2007. – С. 407-410.
8. Письменкова Т.О. Тестування сформованості професійних компетенцій із застосуванням інформаційних технологій [Електронний ресурс] // Удосконалення системи моніторингу забезпечення якості вищої освіти України». Матеріали науково-метод. конфер., Дніпропетровськ, 21-22 березня 2013. - Дніпропетровськ: НГУ, 2013. - с. 242-247. – Режим доступу: http://www.nmu.org.ua/ua/content/infrastructure/structural_divisions/met_komisia_a_galuzi_0503. - Назва з екрана.
9. Письменкова Т.О. Принцип визначення рівня сформованості компетенцій студентів з використанням інформаційних технологій на прикладі дисципліни «Інформатика» / Т.О. Письменкова // Проблеми розробки галузевих стандартів вищої освіти нового покоління: Матер. науково-метод. конфер. - Дніпропетровськ, 2011.-С. 117-120.

УДК 378.1

ПІДГОТОВКА КАДРІВ З ВИЩОЇ ОСВІТИ

О.І. Додатко, кандидат технічних наук, доцент кафедри основ конструювання механізмів і машин

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ, Україна, e-mail: ziborov@nmu.org.ua

Анотація. Розглянуто проблеми планування та проведення учбового процесу на прикладі сучасних вищих навчальних закладів. Надано практичні рекомендації щодо оптимізації надлишкових проміжних контрольних заходів та форм звітності.

Ключові слова: професійна компетентність, основні поняття професійної підготовки майбутніх інженерів, проблема в його функції як засобу формування професійних компетенцій.

TRAINING FOR HIGHER EDUCATION

A. Dodatko, Candidate of technical Sciences, Associative Professor of Machinery Design Bases Department

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: ziborov@nmu.org.ua

Abstract. The planning and conducting educational process problems are considered as an example of modern Higher Educational Institution. Suggested by authors practical recommendations for optimizing redundant intermediate control measures and reporting forms suggested are considered.

Keywords: professional competence, basic concepts of professional training of future engineers, a problem in its function as the means of forming professional competences.

Основною метою впровадження кредитно-модульної системи в організацію навчального процесу є підвищення якості підготовки кадрів з вищої освіти та конкурентоспроможності випускників (організація навчального процесу за кредитно-модульною системою почалася в Національному гірничому університеті з 2005/06 року).

Організація навчального процесу за цією системою, на наш погляд, не зовсім справдила очікувані сподівання, оскільки якість підготовки фахівців не підвищилась, а навпаки – погіршилась. Це підтверджують результати модульного контролю кожної чверті з будь-якої дисципліни. Так з нарисної геометрії на 8-му тижні позитивні оцінки одержують у кращому випадку 35...40% студентів, теж саме з інших дисциплін.

Поділ семестру на чверті, як виявилось, означає збільшення звітності – уносить плутанину в організацію навчання, зменшення кількості занять, а значить – зниження якості підготовки.

Деякі випускаючі кафедри складають план викладання такої дисципліни, як, наприклад, «Інженерна графіка» за одну чверть. Ця дисципліна складається з двох дисциплін «Нарисної геометрії» й «Креслення». А може студент освоїти цей матеріал за одну чверть?

На наш погляд, треба повертатися до семестрового викладання таких дисциплін, як «Інженерна графіка».

Оцінювання засвоєння студентами навчального матеріалу (модульний контроль) здійснюється під час проведення аудиторного заняття за розкладом.

Унаслідок цього студенту доводиться складати протягом одного дня дві-три дисципліни. Скажіть, до складання якого модуля він має готуватися? При такій організації навчального процесу студент не може встановити для себе перевагу дисципліни, яку він повинен підготувати, тому «закономірно» одержує незадовільні оцінки з усіх дисциплін. Наступного тижня

все починається спочатку. Деякі опоненти скажуть, що при складанні розкладу, диспетчери враховують це, і в студента має бути тільки один теоретичний модуль на один день. Але це теоретично, а практично – так, як було сказано раніше.

У зв'язку з вище сказаним, для покращення якості підготовки фахівців, пропонується відмовитися від поділу семестру на чверті й повернутися при цьому до традиційних екзаменаційних сесій, а саме, для всіх лекційних курсів передбачити складання іспитів, як було сказано раніше.

Опоненти можуть сказати, що модульний контроль кожної чверті полегшує процес засвоєння навчального матеріалу, бо це відбувається частинами, а не цілком, але й раніше був проміжний контроль засвоєння матеріалу. Протягом семестру проводились колоквіуми, семінарські заняття, тестові контрольні роботи та ін.

Якість підготовки студентів за скороченою формою навчання не витримує жодної критики. Наприклад, на вивчення інженерної графіки протягом чверті відведено чотири лекційних і чотири практичних заняття, і це з урахуванням проведення модульних контролів. Що може засвоїти студент за три лекційних і три практичних заняття?

Кілька слів про іспити й заліки. Так, наприклад, з української мови чи культури студент складає іспит, а з інженерної графіки – залік. Важко заперечувати важливість вивчення культури. Але ж у нас не гуманітарний факультет університету, а технічний вуз, тому перевагу потрібно надавати технічним дисциплінам.

Ще одною проблемою підвищення якості підготовки кадрів є небажання деяких студентів (а їх не мало 10...12%) учитися. Вони систематично не відвідують заняття, є такі, які за семестр не були на жодній лекції. Службові записки, протягом семестру, на ім'я деканів, кураторів і завідуючих кафедр результатів не дають. У кінці сесії нам кажуть, що таку кількість студентів відрахувати з вузу неможливо, так, як кількість викладачів залежить від кількості студентів. Після двохмісячного щотижневого (і тричі на тиждень) прийому заборгованостей, завідуючим кафедр пропонують створювати комісії для прийому (а краще сказати виставлення позитивної оцінки) іспитів і заліків у таких студентів. Який вихід із вище сказаного? Ми пропонуємо не відраховувати таких студентів, а переводити на повторне вивчення курсу, це дозволяє кредитно-модульної система організації навчального процесу (одна її заслуга). Повторне вивчення курсу пропонуємо на контрактній основі, незалежно на яку форму навчання був зарахований цей студент.

Тепер щодо програм дисциплін. Раніше студент після закінчення першого курсу Національного гірничого університету мав змогу перейти до

будь-якого технічного вузу. А що тепер? Кожний заклад має свою програму дисципліни, хоча їхній зміст повинен бути стандартизованим, але цього ніхто не контролює. Наприклад, дисципліна «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» викладається у всіх технічних вузах. Так у провідному вузі КПІ на неї відведено 360 годин, у нашому на деяких спеціальностях – немає жодної години. Хоча кафедрою основ конструювання механізмів і машин виданий підручник з грифом МОН України «Інженерна та комп'ютерна графіка». Зміст цієї дисципліни викладають такі кафедри, яких немає в жодному вузі.

Навіть програма одного напрямку «Гірництво» з інженерної графіки на гірничому і шахтобудівному факультетах відрізняються за своїм змістом.

Складовою підвищення якості підготовки фахівців – є інформаційно-методичне забезпечення навчального процесу. Відомо, що на деяких кафедрах цим питанням займаються тільки в силу необхідності акредитувати спеціальність.

Викладачі деяких випускаючих кафедр вважають, що вони краще знають математику, інженерну графіку та ін. предмети, ніж кафедри, за якими закріплені ці дисципліни наказом ректора й викладають їх. Мало того, пишуть інформаційно-методичні матеріали з цих дисциплін, з цих дисциплін, при цьому намагаються ще й отримати гриф МОН України.

Кілька слів про інформаційно-методичне забезпечення навчального процесу. Так деякі рукописи, які надходять на розгляд редакційної ради НГУ, дуже «сирі». Хоча наказом ректора ДВНЗ «НГУ» № 351 від 01.11.2011 року пропонується завідувачам кафедр і деканам факультетів розробити заходи щодо підвищення вимог до якості рукописів навчально-методичної літератури, при цьому: «У заходах передбачити підвищення ролі та відповідальності кафедр, методичних комісій з напрямів підготовки і спеціальностей у справі забезпечення якості рекомендованих до видання рукописів навчальної літератури, обумовити порядок попереднього розгляду їх змісту, доцільності видання, визначення тиражу, підбору рецензентів та оцінювання якості рецензій». Нажаль деякі методичні комісії з напрямів підготовки і спеціальностей формально відносяться до цього питання.

UDC 377

INTEGRATION OF TECHNICAL KNOWLEDGE AS A WAY OF FORMING OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF STUDENTS OF TECHNICAL UNIVERSITY

K.F. Gabdrakhmanova, cand. pedag. sci., associate Professor department of "Information Technology, Mathematics and Natural Sciences"

FSBEI HPE USPTU, Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Ufa State Petroleum Technological University, the Subsidiary, Oktyabrsky, the Russian Federation, e-mail: klara47@mail.ru

Abstract. . The article describes ways and methods of improving the quality of graduation in Oil and Gas Engineering by means of implementation of the competence building approach within the modernization of the content of professional education. The article proves the expediency of use of the activity approach in formation of professional competence of students of technical University and the experience of implementing this approach. The author emphasizes the importance of the discipline of mathematics in its function as the basis of professional education and pays special attention to the determination of the types of competences and the formation of general professional skills of bachelors. The article deals with the basic concepts of the «task» and the author's understanding of the term «task». The author presented the experience of the development of practice - oriented tasks for students of technical University. The article also considers the experience of implementation of this technology at studying mathematics at the Petroleum Technological University in compliance with the requirements of the third generation standards. The technology of professional competences formation is offered. Special attention is paid to the technology of formation of professional competence of students of technical University. In this article, stages of organization of the study process at implementation of the technology of the problem-based approach in the education are provided. Specific examples are considered methods of organizing the formation of professional competences.

The author reveals the subject matter of a mathematical problem in its function as the basic means of competence formation with the students of technical higher education institutions shows the relevance of treatment in learning process task approach and suggests specific methodology for forming key competences through solving technological problems.

Keywords: professional competence, basic concepts of professional training of future engineers, a problem in its function as the means of forming professional competences.

Introduce. The process of forming mathematical competence with the future engineers determines the teaching them in technical performance, which is related to the ability to solve real production problems.

The “problem” concept is one of the fundamental concepts in mathematics. Currently, there are various approaches to the interpretation of this concept.

In its very general meaning, a problem can be interpreted as a goal, which requires to be achieved, and as an issue, which requires to be solved based on definite knowledge.

The analysis of various interpretations and definitions of the “problem” definition makes it obvious that it is mainly determined by the essence of relations between the subject and problem concepts.

The followers of interpretation of a problem as the situation, in which the subject must act, explicitly include it in the problem concept. Y.M. Kolyagin

and G. I. Sarantsev noticed in their works that, without the subject, there is no problem, and that a stipulated condition is a problem for some people, and can be not a problem for others [1].

L.M. Friedman determined a problem as the model of a problematic situation expressed using the characters of a certain artificial and natural language and believed a problematic situation be the source.

And A.M. Leontyev, in his works, dealt with the problem, all elements of which were mathematical objects that were solved using the mathematical apparatus [3].

To summarize the above, we can conclude that the vision of problems depends on the sphere of knowledge, which they belong to. Using this term, we need to specify what subject matter is assigned to the “problem” concept.

The main attribute of a problem is the temporal absence of methods of its solution, i.e. absence of any logical sequence of definite procedures in the educatee’s consciousness, which procedures would associate the statement of the problem with its requirements [4].

S.F. Dorofeev treated a problem as a certain situation of the subject-object category, which needed to be solved with account of the conditions specified in it.

We keep to the opinion of Y.M. Kolyagin, G.I. Sarantsev, L.M. Friedman, and S.N. Dorofeev and understand a problem to be the activity of a subject in its function as a system of problem solution processes, which consists of not only the standard, but also the creative elements of activity, which are not only introduced from outside, but also related to the motivation of its personality.

Based on the above, we believe that it is possible to form professional competence by solving the problems, which are the synthesis of objective and professional conditions.

We have contributed to the discussion on implementation of the principles of competence building approach at teaching bachelors in engineering sciences.

The obvious problems in the implementation of the main education programs for bachelors, i.e. the process of teaching in the language of competences, currently are:

- absence of methodological tooling, which would allow forming and evaluating the competences of graduates; development and implementation of the system of objective diagnostic educational procedures.

The objective of the research is to suggest a solution of the problem, which resides in the formation and evaluation of the extent of acquired competences after passing the main educational program for bachelors in Oil and Gas Engineering, code 131000. The research was carried out through the example

of assimilation of the program of the mathematics discipline. Then, the conceptual models of the process of formation and evaluation of the most important cultural and professional competences of the CC-1, PC-1, PC-2, PC-4, and PC-6 types (refer to the Federal State Educational Standard of Higher Professional Education "The Main Education Bachelor Degree Program, Code 131000").

In our opinion, the technology of teaching students to solve mathematical models of professional problems must provide stage-by-stage education, namely according to the following procedure:

at the first stage, algorithmic problems must be dealt with;

at the second stage, it is necessary to consider the problems on the heuristic level, which target formation of the knowledge how to deal with technological issues;

at the third stage, it is necessary to use problems oriented to formation of the ability to solve generalized applied practical issues.

The problem-based approach in the implementation of the competence building approach is in harmony with the synergistic approach. Synergetics, as noticed by V. Milushev, evidences that the path to the future for complex systems, which show non-linear development, such as the future professional activity, always has alternatives [6]. Thus, arrangement of education in the context of synergistic approach brings us to formation of the ability of self-teaching of the "How-to" type. The extent of the cognitive independence of an educatee and his ability to apply the fundamental knowledge in his professional activity depend on whether the following *skills* have been formed with him:

- 1) to see the issue in a problem and understand it;
- 2) to formulate methods of solving the problem;
- 3) to reason the methods of solving this problem;
- 4) to apply the determined method of solution in practice.

Such skills can be mastered in the course of studying mathematics based on the methodological system, which is oriented to forming profession-oriented skills. The mathematical model we have built conforms to the basic principles of synergetics, as along with the free self-development, self-organization, and viability properties, it needs the properties of imbalance, instability, non-linearity, etc.

Solution of profession-oriented problems leads a student to the bifurcation point, gives an impetus to search for the exit from the previous stable knowledge to the new one - and it is the path of self-development.

In our opinion, it is the problem-based approach to the study of mathematics that encourages the development of the synergistic effect with the students, which depends on their aspiration to improve their knowledge with account of their own capabilities and faculties.

Synergetics provides the opportunity to re-formulate questions and reconstruct problems, which ensures better quality of the students' training.

Let us consider the technology of forming professional competence PC-1, which involves "self-directed acquisition of new knowledge using advanced educational and information technologies".

Process structure: solution of the technological problem; e.g. after the study of theoretical material on the theory of probability [7], the problems of the following type are offered for solution: "In an oil-bearing area, six oil wells are being drilled simultaneously. Each well independently from the others opens up deposits with a probability of 0.1. What is the probability of opening up a deposit? How many oil wells need to be drilled, so that the probability of opening up an oil deposit would exceed: a) 0.7; b) 0.8; c) 0.5; d) 0.9?"

Teaching technique:

Main stages of the arrangement of teaching the scenario of the simulation exercise "Conditional probability. Probability of at least one event of the total group of events":

Stage I. Assessment and reinforcement of the level of knowledge of the educates in the issues relating to the matter of this subject.

Stage II. Selection of formulas and methods of solution. Group discussion of the problem solution. (Division of the participants into small creative groups (3-5 persons); each group solves its own variant).

Stage III. Solution of the problem in small groups, preparation of reports on the discussion of the problem solution. Monitoring of the work of each participant with grading the individual work and explaining these marks.

Stage IV. Solution of the subproblem: to assess the influence of one of criteria of the probability of opening up a deposit. Discussion of the results and scoring them.

Stage V. Summary of the game results, analysis of mistakes, reasons for assigning the bonus and demerit scores. Discussion of the assigned final grades.

Statement of such problems provides the opportunity to find the methods of their specific solution based on the existing theoretical knowledge and to form competences.

Another method of forming the professional competence PC-4 ("to master the main methods, ways, and means of obtaining, storing, and processing information; to operate a PC as a means of handling information") is the fulfillment of laboratory works in the form of technological tasks [7,8], usage of a package of PC software for fulfilling computational experiments and analyzing their results, for example: "Based on the geological data of the Bavly deposit, it is necessary to provide calculation of the oil reserves and the change of the average rock pressure within the oil reservoir."

Teaching technique:

Stage I: to study the results of geological survey and determine the methods of calculation;

Stage II: to solve the assigned problem using the MathCAD suite.

Stage III: to provide the analysis of the received results and prepare reports of small groups.

The methodological value of solving such problems resides in the fact that students acquire not only the steady mathematical knowledge, but also the skill to apply the methods of problem solution in practice.

Thus, as evidenced by our experience and the analysis of professional literature, in order to form professional competence with the students of technical higher education institution by means of the mathematics discipline, it is necessary to use the problem-based approach more extensively, as it allows to form the ability to solve professional problems using mathematical modeling, the skills to relate the mathematical knowledge to the subject matter of the special disciplines.

Summary.

1. The methodology of forming and evaluating the level of knowledge, skills, and acquired cultural and professional competences of the graduates of the bachelors program in technical specialties was developed.

2. The following principles form the basis of the methodology:

- maximal approximation of the object of the training and scientific research to the future professional activity, with the help of technical problems;
- comprehensive application of methods of mathematical modeling and fulfillment of computational experiments using renowned mathematical software suites;
- organization and execution of interactive forms of the study process, with the emphasis to and support of the processes of self-analysis and self-diagnostics.

REFERENCES

1. Kuprich, V.I., 1995. Theoretical Background of Teaching the Methods of Solving School Mathematical Problems. Moscow: Prometey, pp: 210.
2. Sarantsev, G. I., 2001. Functions of Problems in the Course of Education. Eds. Sarantsev G.I. and E.Y. Miganova. Pedagogy, #9: 19-24.
3. Kolyagin, Y.M., 1977. Problems in Studying Mathematics: Mathematical Problems as the Means of the Development of Students. Moscow: Prosveshcheniye, Parts I and II, pp: 254.
4. Sarantsev, G. I., 2005. Exercises in Teaching Mathematics. Moscow: Prosveshcheniye, pp: 255.

5 Dorofeev S.N. Zadacha kak sredstvo formirovaniya u studentov tehniceskikh vuzov matematicheskikh kompetencii. // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenii. Privolzhskii raion. Gumanitarnye nauki.2009.13(11).S.123-131. [in Russian].

6. Milushev, V.B., 2009. Principles of Synergetics and their Specification at Teaching Mathematics. Didactics of Mathematics: Problems and Investigations, #32: 7-15.

7. Gutorov, Y.A., 2013. The Theory of Probability and the Mathematical Statistics as Exemplified by Cases and Problems on Development of Oil Deposits. Eds. Gutorov Y.A., K.F. Gabdrakhmanova and P.A. Larin. Ufa, pp: 147.

8. Gabdrakhmanova, K.F., 2013. Practical Methods of Solving Problems in Oil and Gas Engineering. Part I. Eds. Gabdrakhmanova, K.F. and F.K. Usmanova. Ufa, pp: 197.

УДК 378.147.31

АПОСТЕРІОРНЕ ОЦІНЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

В.Г. Логвіненко, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри кібернетики та інформатики
Сумський Національний аграрний університет, м. Суми, Україна, e-mail:
lvg_2003@mail.ru

Анотація. У статті розглядується питання застосування технології *апостеріорного* оцінювання навчально-пізнавальної діяльності студентів. Результати апостеріорного оцінювання надають важливу інформацію про ефективність викладання викладачеві та навчальному закладу.

Ключові слова: якість освіти, апостеріорне оцінювання, навчально-пізнавальний процес, технологія апостеріорного оцінювання, показники оцінювання.

АПОСТЕРИОРНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В.Г. Логвиненко, кандидат педагогических наук, доцент кафедры кибернетики и информатики
Сумской Национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина, e-mail:
lvg_2003@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос использования технологии *апостериорного* оценивания учебно-познавательной деятельности студентов. Результаты апостериорного оценивания предоставляют важную информацию об эффективности преподавания преподавателю и учебному заведению.

Ключевые слова: качество образования, апостериорное оценивание, учебно-познавательный процесс, технология апостериорного оценивания, показатели оценивания.

POSTERIORI ESTIMATION OF TEACHING AND LEARNING PROCESS

V.G. Logvinenko, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of Cybernetics and Informatics Department

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine, e-mail: lvg_2003@mail.ru

Annotation. The question about the development and application of technology posterior estimation of teaching and educational activity of the students, is considered at the article. Posteriori estimation results provide important information about the performance of teaching and teacher education institutions.

Keywords: quality of education, a posteriori evaluation, teaching and learning process, the technology of a posteriori estimation.

Введення. Системний підхід до навчання дозволяє розглядати навчання як єдиний взаємопов'язаний процес, заснований на взаємодії того, хто навчає, і того, хто навчається. *Викладання* – це діяльність викладача та вчителя із: передавання інформації; організації навчально-пізнавальної діяльності навчаємих; стимулювання зацікавленості, самостійності та творчості навчаємих; оцінки навчальних досягнень навчаємих. *Учіння* – це процес пізнавальної діяльності студентів або учнів [1 с.9].

Сам навчально-пізнавальний процес (НПП) є багатокomпонентним, і великою мірою залежить від якості інформаційно-змістовного наповнення дисципліни та способами його подання. Навчальний процес потрібно організувати таким чином, щоб він якнайбільше адекватно відповідав сучасним тенденціям розвитку як національної, так і світової освіти [2].

Вдосконаленню механізмів оцінювання діяльності різних освітніх закладів на певних освітніх рівнях привертає увагу багатьох вчених-дослідників. Питання якості вищої освіти, її моніторингу піднімалися і на Міжнародній науково-практичній конференції «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору» [3] і на науково-практичній конференції «Удосконалення системи моніторингу забезпечення якості вищої освіти України» (квітень, 2013 р.) [4].

Актуальним питанням у проблемі якості освіти сьогодні є розробка зовнішніх та внутрішніх механізмів процедури забезпечення якості навчання [5, с.28]. Адекватне застосування *внутрішніх механізмів* забезпечення якості навчального процесу дозволяє вплинути на ефективність адміністрування, навчально-виховної діяльності, педагогічної методики, на виявлення прогалин у знаннях учнів. Наукова система організації педагогічної діяльності не може бути ефективною без забезпечення внутрішніх механізмів якості НПП [6].

Мета роботи. *Об'єктом* розгляду даної статті - навчально-пізнавальний процес вивчення студентами дисциплін комп'ютерного циклу на кафедрі. *Предметом* – апостеріорне (від лат. *a posteriori* – заснований на досвіді) оцінювання навчально-пізнавальної процесу. *Мета статті* – розроблення технології апостеріорного оцінювання якості НПП щодо забезпечення внутрішніх механізмів якості навчання. Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- обґрунтування організаційно-педагогічних засад *апостеріорного* оцінювання навчально-пізнавальної діяльності;
- визначення параметрів оцінки показників НПП вивчення комп'ютерних дисциплін;
- розробка та застосування технології *апостеріорного* оцінювання НПП на кафедрі кібернетики та інформатики СНАУ;
- аналіз отриманих результатів.

Матеріал та результати досліджень. Як зазначалося нами у [6], оцінка організації навчально-пізнавального процесу, на нашу думку, повинна виконуватися не тільки викладачами, але і безпосередньо учасниками освітнього простору – студентами. Вважаємо доцільним необхідність враховувати думку студентів щодо організації навчання викладачем вивчення певної дисципліни, яку потрібно враховувати для коригування своєї педагогічної діяльності. Думку студентів щодо організації викладачем навчального процесу розглядаємо як джерело апостеріорної інформації.

До якісних показників організації навчально-пізнавального процесу при вивченні певної дисципліни віднесемо показники, наведені у табл. 1.

Розглянемо технологію апостеріорного оцінювання якості НПП.

Використовуючи показники НПП та досвід студентів оцінювання своїх особистісних здібностей виявимо показники, які є найбільш інформативними з позиції подальшого коригування НПП. Етапами вирішення цього основного завдання є:

- формування запитань анкети;
- анкетування студентів, збір необхідних статистичних даних;
- опрацювання зібраних даних та ранжирування факторів НПП;
- аналіз отриманих результатів.

Найбільш прийнятним методом для розв'язання поставленого завдання є експертний метод рангових кореляцій [7]. Його сутність полягає в наступному.

Формування питання анкети. Для анкетування були сформульовані наступні твердження за показниками таблиці 1:

Таблиця 1 – Показники якості організації НПП

№	Показник (Хі)	Критерій оцінювання	Оцінка
1	Задоволеність своїм процесом навчання за дисципліною	Ступінь прояву	Якісна
2	Дотримання графіку навчального процесу за дисципліною	Ступінь прояву	Якісна
3	Структурованість курсу	Ступінь прояву	Якісна
4	Доступність і зрозумілість викладеного навчального матеріалу	Ступінь прояву	Якісна
5	Логічна послідовність викладеного навчального матеріалу	Ступінь прояву	Якісна
6	Повнота викладеного навчального матеріалу щодо самостійного виконання лабораторно-практичних робіт (завдань)	Ступінь прояву	Якісна
7	Чіткість визначення критеріїв оцінки виконання лабораторно-практичних робіт (завдань) викладачем	Ступінь прояву	Якісна
8	Відповідність тестових завдань навчальному матеріалу курсу	Ступінь прояву	Якісна
9	Вчасність і об'єктивність оцінювання за навчальним матеріалом курсу	Ступінь прояву	Якісна
10	Задоволеність якістю подання навчального матеріалу викладачем	Ступінь прояву	Якісна
11	Орієнтування студентів у навчальному матеріалі	Ступінь прояву	Якісна

1. Ви дуже задоволені своїм процесом навчанням за даним курсом;
2. Вам легко дотримуватися встановленого графіка навчання;

3. Зміст курсу добре структурований;
4. Навчальний матеріал викладено доступною і зрозумілою мовою;
5. Навчальний матеріал викладено у логічній послідовності;
6. Навчальний матеріал дозволяє самостійно виконувати лабораторно-практичні завдання;
7. Критерії оцінювання кожної роботи дозволяють чітко зрозуміти границі якісного виконання завдання для отримання позитивної оцінки;
8. Тестові завдання охоплюють навчальний матеріал, висвітлений у матеріалах курсу;
9. Постійне оцінювання відображає зміст курсу та здійснюється вчасно і об'єктивно;
10. Ви задоволені якістю подання матеріалу;
11. Вам легко орієнтуватися у навчальному матеріалі.

За кожним твердженням передбачається вибір однієї з п'яти відповідей (кожна відповідь передбачає переведення у певну кількісну характеристику):

- Повністю погоджуюсь (1 бал);
- В більшій мірі погоджуюсь(2 бали);
- Погоджуюсь частково (3 бали);
- В найменшій мірі погоджуюсь (4 бали);
- Категорично не погоджуюсь (5 балів).

Анкетування студентів. Для виявлення стану навчально-пізнавального процесу за дисциплінами комп'ютерного циклу проведено комплексний експеримент зі студентами 1-2 курсу загальною чисельністю 57 людей, що проходять навчання у СНАУ.

Опрацювання анкет. Заповнені студентами-експертами анкети листів опитування зведено у матрицю рангів. У таблиці 2 наведені матриці рангів, що містять результати опитування 57 експертів за вищенаведеними питаннями анкети. Спочатку виконувався розподіл відповідей за показниками НПП (див. табл. 2).

Далі одержана інформація обробляється таким чином:

1. Виконується підсумовування по стовпцях у вказаній табл.3. Результатом такого підсумовування є сума рангів

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \quad (1)$$

Таблиця 2 – Результати анкетування студентів – розподіл відповідей за показниками НПП

Показники X_i (за табл. 1)	Кількість відповідей, що отримали бал:					Відсоток відповідей, що отримали оцінку:				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
X1	14	13	18	10	2	24,56	22,81	31,58	17,54	3,51
X2	8	25	16	7	1	14,04	43,86	28,07	12,28	1,75
X3	15	27	14	0	1	26,32	47,37	24,56	0,00	1,75
X4	25	21	7	4	0	43,86	36,84	12,28	7,02	0,00
X5	26	25	5	1	0	45,61	43,86	8,77	1,75	0,00
X6	27	25	4	1	0	47,37	43,86	7,02	1,75	0,00
X7	10	35	12	0	0	17,54	61,40	21,05	0,00	0,00
X8	22	25	9	1	0	38,60	43,86	15,79	1,75	0,00
X9	21	24	10	2	0	36,84	42,11	17,54	3,51	0,00
X10	26	24	7	0	0	45,61	42,11	12,28	0,00	0,00
X11	7	24	21	4	1	12,28	42,11	36,84	7,02	1,75

Таблиця 3 – Матриця рангів з результатами опитування 57 експертів

Експерти	Ранги показників										
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1
2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2
...
57	3	4	2	1	2	1	2	2	3	1	2
$\sum_{j=1}^m x_{ij}$	144	139	116	104	95	93	116	103	107	95	139
Ранжирування	11	9	7	5	2	1	7	4	6	2	9

2. Виконується ранжирування (рядок «ранжирування») факторів (табл. 3). Ранжирування – це впорядкування думок експертів: що для них саме найголовніше.

3. Розраховується середній ранг по стовпцях за формулою:

$$a=0,5 \cdot m \cdot (n+1), \quad (2)$$

де: m – кількість експертів (57), n – кількість тверджень (11).

4. Розраховується відхилення Δ_i суми рангів від середнього рангу для кожного показника.

5. Розраховується сума квадратів відхилень:

$$S_{расч} = \sum_{i=1}^n \Delta_i^2, \quad (3)$$

6. Розраховується коефіцієнт узгодженості думки експертів за Кендаллом (коефіцієнт конкордації):

$$W = \frac{12 \cdot S_{расч}}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \quad (4)$$

Отримане значення: $W = 0,202$.

7. *Перевірка значущості коефіцієнта конкордації W .* З метою перевірки статистичної значущості коефіцієнта конкордації формулюється дві статистичні гіпотези: нульова гіпотеза H_0 – думки експертів не узгоджуються; гіпотеза H_1 – думки експертів узгоджуються. Відомо, що величина $m(n-1)W$ (для $n > 7$) має χ_p^2 - розподіл с числом ступенів $n-1$. Якщо

$$\chi_p^2 = m(n-1)W > \chi_{кр.}^2, \quad (5)$$

можна зробити висновок про те, що ранжировки узгоджені при заданому рівні значущості [8]. Навіть мале значення коефіцієнта конкордації дозволяє зробити висновок про статистичну значущість серед змінних. Отже, отримані розрахунки вказують на те, що коефіцієнт конкордації є значущим.

Аналіз отриманих даних. Проведені розрахунки вказують на узгодженість думки студентів-експертів при виявленні найбільше інформативних показників навчально-пізнавального процесу:

- найвищий ранг 1 отримав такий показник НПП як «повнота викладеного навчального матеріалу щодо самостійного виконання лабораторно-практичних робіт (завдань)»;
- ранг 2 отримали два показники НПП «логічна послідовність викладеного навчального матеріалу» та «задоволеність якістю подання навчального матеріалу викладачем»;
- ранг 4 - показник НПП «відповідність тестових завдань навчальному матеріалу курсу»;
- ранг 5 - показник НПП «доступність і зрозумілість викладеного навчального матеріалу»;

- ранг 6 - показник НПП «вчасність і об'єктивність оцінювання за навчальним матеріалом курсу»;
- ранг 7 отримали два показники НПП «чіткість визначення критеріїв оцінки виконання лабораторно-практичних робіт (завдань) викладачем» та «структурованість курсу»;
- ранг 9 отримали також два показники НПП «дотримання графіку навчального процесу за дисципліною» та «орієнтування студентів у навчальному матеріалі»;
- ранг 11 - показник НПП «задоволеність своїм процесом навчання за дисципліною».

Як бачимо із результатів анкетування, перше та друге найпріоритетніші місця при організації навчально-пізнавального процесу отримують показники «повнота викладеного навчального матеріалу щодо самостійного виконання лабораторно-практичних робіт (завдань)» (91,23% повністю погоджуються із висловленням або в більшій мірі погоджуються із твердженням за результатами табл.2), «логічна послідовність викладеного навчального матеріалу» (89,47% повністю погоджуються із висловленням або в більшій мірі погоджуються із твердженням за результатами табл.2) та «задоволеність якістю подання навчального матеріалу викладачем» (87,72% повністю погоджуються із висловленням або в більшій мірі погоджуються із твердженням за результатами табл.2). А отже, можна зазначити, що студенти усвідомлено розуміють, що викладач є центральною фігурою організації НПП та успішного вивчення ними дисципліни. І для мене, як викладача, високе оцінювання студентами таких показників переконливо засвідчує те, що інформаційно-змістовне наповнення викладення дисциплін та методика викладання є доцільними і оптимальними в організації підготовки студентів.

Але можна також побачити, що така особистісна (студентська) характеристика як «задоволеність своїм процесом навчання за дисципліною» (47,37% повністю погоджуються із висловленням або в більшій мірі погоджуються із твердженням за результатами табл.2) займає останнє рангове місце серед показників НПП, що вказує, на мою думку, на певний рівень самооцінки емоційного ставлення до організації НПП за дисциплінами кафебри.

Такі показники як «дотримання графіку навчального процесу за дисципліною» (57,9% повністю погоджуються із висловленням або в більшій мірі погоджуються із твердженням за результатами табл.2) та «орієнтування студентів у навчальному матеріалі» (54,29% повністю погоджуються із висловленням або в більшій мірі погоджуються із твердженням за результатами табл.2) отримують передостаннє місце серед показників НПП, що

скоріше вказує на недостатній рівень самоорганізованості студентів при навчанні. І мабуть, викладачу потрібно заохочувати студентів до виконання графіку та акцентувати їх увагу на активне засвоєння матеріалу і під час лекційних занять, і під час виконання лабораторно-практичних та самостійних занять.

Висновок.

Таким чином, запропонована технологія апостеріорного оцінювання та результати її застосування дозволяють «накопичувати» досвід організації навчально-пізнавального процесу вивчення комп'ютерних дисциплін. Залучення студентів до експертної оцінки навчально-педагогічного процесу є процедурою, яка дозволяє скоригувати педагогічну діяльність викладачеві та виявити так звані «слабкі місця». Технологія апостеріорного оцінювання дозволяє розвивати у студентів здатність до адекватного оцінювання і діяльності викладача, і своєї навчальної діяльності.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фіцула М. М. Педагогіка. Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти. / М. М. Фіцула. – Тернопіль, 1997. – 192 с.
2. Система забезпечення якості вищої освіти у болонському процесі та механізми її імплементації в Україні [Електронне видання]. Режим доступу: <http://old.niss.gov.ua/Monitor/juni08/16.htm>
3. Гуманітарний вісник – Додаток 1 до Вип. 27, Том II(35): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті до інтеграції до європейського освітнього простору». – К.: Гнозис, 2012. - 596 с.
4. Удосконалення системи моніторингу забезпечення якості вищої освіти України: зб. тез доповідей наук.-практ. Конф., квітень 2013 р., Дніпропетровськ / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Держ. Вищ. навч. Закл. «Нац. гірн. ун-т». – Д.: ДВНЗ «НГУ», 2013. – 369 с.
5. Матрос Д. Ш., Полев Д. М., Мельникова Н. Н. Управление качеством образования на основе новых информационных технологий и образовательного мониторинга. – М.: Педагогическое общество России, 2001. – 128 с.
6. Логвіненко В.Г. Апостеріорне оцінювання як внутрішнє забезпечення якості навчально-пізнавального процесу/ Логвіненко В.Г.// Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»– Додаток 1 до Вип. 31, Том II (44): – Тематичний випуск „Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору”. К.: Гнозис, 2013. – С.429 – 436.
7. Маригодов В.К., Слободянюк А.А. Основы научных исследований: инженерная педагогика: Монография. — Севастополь: Изд-во СевПРГУ, 1999. – 240 с.
8. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - С.441.

УДК 378.147

ГУМАНИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ НЕПРОФИЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Л.А. Пономарева, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной информатики

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования города Москвы «Московский городской педагогический университет» (МГПУ), Институт математики и информатики, г. Москва, Россия, e-mail: ponomarevala@bk.ru

В.О. Селина, кандидат педагогических наук, доцент общеинститутской кафедры естественнонаучных дисциплин

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования города Москвы «Московский городской педагогический университет» (МГПУ), Институт математики и информатики, г. Москва, Россия, e-mail: selinav@yandex.ru

Аннотация. Работа посвящена вопросам гуманизации процесса преподавания высшей математики для непрофильных вузов. В качестве примера представлены фрагменты разработанного учебного пособия для лабораторных работ по курсу «Математика» для непрофильных специальностей в МГПУ.

Ключевые слова: гуманизация процесса преподавания высшей математики, образование, задания для лабораторных работ.

HUMANIZATION OF MATHEMATICAL EDUCATION FOR NON-CORE PECIALTIES

L.A. Ponomareva, Candidate of physico-mathematical sciences, associate professor, Department of Applied Informatics State Educational Institution of Higher Professional Education of Moscow "Moscow City Pedagogical University", Institute of Mathematics and Informatics, Moscow, Russia, e-mail: ponomarevala@bk.ru

V.O. Selina, Ph.D., associate professor of the department of natural sciences of the JINR State Educational Institution of Higher Professional Education of Moscow "Moscow City Pedagogical University", Institute of Mathematics and Informatics, Moscow, Russia, e-mail: selinav@yandex.ru

Abstract. This paper addresses the humanization of higher mathematics teaching for non-core universities. As an example, presents fragments developed a training manual for laboratory work on the course "Mathematics" for non-core specialties in the Moscow State Pedagogical University.

Keywords: humanization of higher mathematics teaching, education, jobs for laboratory work.

Введение. В основу концепции математического образования сегодня положены следующие принципы [1]: гуманизация математического образования, компьютеризации обучения и т.д.

Под гуманизацией образования, как правило, подразумевается создание гуманной, ориентированной на потребности и интересы человека системы образования. Гуманизация математического образования – развитие профессиональной математической культуры: владение математическим языком, математической символикой; разные виды умений (логические, эвристические и так далее); интересы личности, опосредованные математическими знаниями.

Обучение математике студентов непрофильных специальностей – это нестандартная задача, как в плане построения курса, так и в выборе технологии обучения. Например, в Московском Городском Педагогическом Университете (МГПУ) для студентов, обучающихся по специальности «логопедия» (031800 – Логопедия) для курса «Математика» предусмотрено всего 10 лекций и 18 лабораторных работ. С трудностями сталкиваются не только преподаватели, но и студенты, так как у них нет соответствующей математической подготовки, нет навыков для трудоемких вычислений, интерпретации полученного ответа. А в государственном образовательном стандарте по учебному курсу «Математика» для студентов специальности «логопедия» приведены следующие разделы: аксиоматический метод, основные математические структуры, вероятность и статистика, математические модели [1]. Следствием описанного противоречия является снижение интереса к читаемому курсу. Перечислены далеко не все проблемы, но и они предполагают поиск новых методов и технологий для математической подготовки студентов непрофильных специальностей.

Во многих научных работах исследуется опыт последнего десятилетия преподавания математики: Н. Х. Розова, Е. В. Шикина, Т. А. Гавазы, Н. А. Дергуновой, А. А. Соловьевой, С.И. Архангельского и других авторов.

В результате выделяются две стороны проблемы, которые, по нашему мнению, надо учитывать при разработке учебного курса, семинаров и лабораторных работ [2]:

- увеличение мотивированности студентов для изучения математики;
- разработка специальных учебных пособий в рамках действующих государственных образовательных стандартов.

В работах [3, 4] выделяются три подхода к процессу обучения математике в настоящее время:

- 1) сокращение существующих учебников для математических дисциплин;

2) пересказывание учебников математики. В таких учебниках математический материал дается конспективно, в виде отдельных, вырванных из общей математической парадигмы формул без их вывода и обоснования;

3) попытки найти компромисс между парадигмами математики, с одной стороны, и гуманитарными, техническими и экономическими специальностями, с другой.

Предлагаются различные методы изучения предмета: проведение обучения в активных формах (деловая игра, ролевая игра и другие) [5]; интенсификация обучения [6]; повышение информативной емкости содержания материала обучения (С.И. Архангельский и другие); применение интенсивного контроля знаний с осуществлением обратной связи и усилением мотивации учащихся (Ю.К. Бабанский); различные комбинации этих методов; особые формы тестирования и проверок знаний [7].

Цель работы. Данные тезисы посвящены вопросам разработки учебного пособия для лабораторных работ по курсу «Математика» для непрофильных специальностей, основанные на принципах гуманизации математического образования.

В МГПУ на общеинститутской кафедре естественнонаучных дисциплин были разработаны лабораторные работы по дисциплине «Математика» для непрофильных специальностей на основе задачного подхода [8, 9]. Задачный подход предполагает систематизацию и упорядочение выполняемых заданий, что способствует формированию системы исполнительских действий. Формирование математической культуры студентов невозможно без внедрения в учебный процесс информационных технологий. Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе. Это позволяет студентам не делать трудоемких расчетов или не проводить трудоемких математических выкладок, к которым они не приучены или не имеют склонности, а сосредоточиться на сути проблемы или обсуждении результатов.

В настоящее время в литературе существуют разные классификации задач в зависимости от классификационного признака. Например, упорядочивание проводится на уровне учебного материала (по И.Я. Лернеру) или на уровне замысла (по В.И. Загвязинскому), то есть задания рассматриваются как объект сферы обучения. При подборке задач по курсу «Математика» классификация проводилась, как предложено в [10, 11]. Загвязинский В.И. выделяет виды деятельности при решении практических заданий: репродуктивную, алгоритмическую, трансформирующую и творчески-поисковую. Это и является классифицирующим признаком. Загоруйко Н.Г. предлагает пользоваться методами анализа данных и выделять задачи, обнаруживающие закономерность и использующие закономерность – прогнозирующие. По – нашему мнению, эти два способа классификации

	A	B
1	$a_n = (3n^3 - n + 1) / (2n^3 + n^2)$	
2		
3	n	Член a_n
4		
5	1	1
24	20	1,496941323
25	100	1,499875506
26	500	1,499995004
27	2500	1,4999998
28	12500	1,499999992
29	62500	1,5
30	312500	1,5
31	1562500	1,5
32	7812500	1,5
33	39062500	1,5
34	1,95E+08	1,5
35	9,77E+08	1,5
36	4,88E+09	1,5
37	2,44E+10	1,5
38	1,22E+11	1,5
39	6,1E+11	1,5
40	3,05E+12	1,5

Рис. 1. Вычисление предела последовательности

позволяют решить главный вопрос – подбора заданий для лабораторных работ.

Задачи для лабораторных работ по математике проклассифицированы по видам деятельности.

1. Репродуктивный вид деятельности – работа над заданием по образцу, выполнение тренировочных заданий. В предложенных задачах все данные определены, четко поставлен вопрос, определен метод решения и прописан алгоритм действий. Например, последовательность выполнения лабораторной работы по нахождению суммы ряда (задачный подход): 1) постановка задачи, 2) метод решения и способ решения, 3) обоснование правильности решения задачи. После небольшого теоретического материала, в котором даются основные понятия и теоремы, приводится постановка задачи: определяются исходные данные; что требуется определить.

Проиллюстрируем вышесказанное на примере.

- Задается общий член ряда

$$a_n = \sum_{n=3}^{\infty} \frac{3n^3 - n + 1}{2n^3 + n^2}$$

- Данные допустимы: числовая последовательность задана, так как указан закон, по которому можно найти любой член этой последовательности.

- Элементы последовательности пронумерованы натуральными числами в порядке возрастания номеров ($a_n > a_{n-1}$)

- Требуется определить сходимость.

- Требуется найти сумму ряда. В математике существуют специальные приемы нахождения частичных сумм ряда. Применение компьютера позволяет вычислять частичные суммы напрямую.

- Далее должен быть описан алгоритм выполнения поставленной задачи в среде MS Excel, то есть совокупность действий со строго определенными правилами. На рисунке 1 представлен фрагмент вычисления предела последовательности.

- На основании полученных данных делается вывод о возрастании

(убывании) заданной последовательности.

Для закрепления алгоритма решения подобных задач можно предложить на практике проверить утверждение, что предел отношения двух многочленов равен бесконечности, если степень числителя больше степени знаменателя; нулю, если степень числителя меньше степени знаменателя и отношению коэффициентов при старших членах, если степени числителя и знаменателя равны. И приведенное выше задание выполнить с помощью этого утверждения.

• Для обоснования правильности схемы вычислений можно применить метод математической индукции.

Приведем пример. В поставленной задаче основным действием было нахождение суммы n элементов последовательности. За индукционную базу примем значение $S_0 = 0$. Для $n = 1$ очевидно, что $S_1 = a_1$; предположим, что $S_n = S_{n-1} + a_n$, где $n = 2, 3, 4, \dots, p$. Делаем индукционный шаг (предположение плюс один): $S_{n+1} = S_n + a_{n+1}$ – это выражение верно. Тогда получаем выражение для суммы ряда: $S_{n+1} = S_{n-1} + a_n + a_{n+1}$.

Проверяем:

$$n = 2; S_3 = S_1 + a_2 + a_3 = a_1 + a_2 + a_3;$$

$$n = 3; S_4 = S_2 + a_3 + a_4 = S_1 + a_2 + a_3 + a_4 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4.$$

Из приведенных формул видно, что для любого n будет выполняться соотношение

$$S_n = S_{n-1} + a_n, \text{ где } n = 2, 3, 4, \dots, p.$$

Это означает, что найденное нами значение действительно является частичной суммой ряда.

2. Алгоритмический вид деятельности – решаются задачи, в которых требуется осуществлять преобразующие действия, составить план решения (строить последовательность действий). Например, вычислить значение $\sqrt[3]{10}$ с точностью 0,001. Для этого необходимо провести преобразования:

$$\sqrt[3]{10} = \sqrt[3]{8 \frac{10}{8}} = 2 \sqrt[3]{1 + \frac{2}{8}} = 2 \sqrt[3]{1 + 0,25} = 2(1 + 0,25)^{\frac{1}{3}},$$

для того, чтобы воспользоваться биномиальным рядом. Далее студент должен определить последовательность действий в таблице Excel, предположив $X=0,25$, а показатель степени $n=1/3$. Причем, воспользоваться

Excel не как калькулятором, а записать в макрокомандах последовательность действий общую для подобного типа задач [12].

3. Трансформирующий вид деятельности – решение задач с неполными данными или нечетко сформулированным условием, которое требуется доопределить в процессе диалога со студентами. Определить варианты решения задачи. Например, вычисление значений функций $\sin(x)$ и $\cos(x)$ в заданной точке с определенной погрешностью. Выбирается метод – разложение в ряд Тейлора с остаточным членом в любой форме. Анализируется остаточный член, то есть проводятся определенные преобразования, чтобы узнать конкретное количество слагаемых в разложении. Составляется последовательность действий для вычислений в таблице Excel.

В лабораторных работах, которые сопровождают курс «Математика» в МГПУ, эта задача представлена так. В Excel находятся поочередно частичные суммы, изменения сумм сравниваются с заданной точностью. Со студентами обсуждается тот факт, что, чем больше слагаемых ряда берется для вычисления значения в заданной точке X , тем выше точность результата. Последовательность действий решения поставленной задачи выглядит так:

- записать разложение функции в ряд Тейлора;
- вычислить значения слагаемых ряда в соответствии с разложением;
- выполнить сравнение членов ряда с заданной точностью;
- сделать выводы о количестве слагаемых, необходимых для достижения точности;
- найти значение функции, используя встроенную функцию Microsoft Excel. Результат расчета на рисунке 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	n	n!	члены ряда	sin x		Здесь используем функцию		Заданная точность	
1									
2	0	1	0,476		0	0,458227511		0,00001	
3	1	1	-0,017975		0				
4	2	2	0,00020364		0				
5	3	6	-1,099E-06	0,45822861	1				
6	4	24	3,457E-09		1				
7	5	120		0,45822751					
8	6	720							
9	7	5040							
10	8	40320							
11	9	362880							
12									

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots + \frac{(-1)^{n-1}}{(2n-1)!} \cdot x^{2n-1} + \dots$$

Рис. 2. Результат расчета функции $\sin(x)$ в таблице Excel.

Для сравнения значений членов ряда с заданным используется логическая встроенная функция «ЕСЛИ» (рис. 3).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with columns C through L. Column C is labeled 'члены ряда' and contains values: 0,476, -0,017975, 0,00020364, -1,099E-06, 3,457E-09. Column D is labeled 'sin x' and contains values: 0,45822861, 0,45822751. Column E contains the formula '=ЕСЛИ(ABS(C2)<\$G\$2;1;0)'. A dialog box 'Аргументы функции' is open, showing the IF function arguments: 'Лог_выражение' is 'ABS(C2)<\$G\$2', 'Значение_если_истина' is '1', and 'Значение_если_ложь' is '0'. The dialog also includes a description: 'Проверяет, выполняется ли условие, и возвращает одно значение, если оно выполнено, и другое, если нет.'

Рис. 3. Сравнение точности расчета функции $\sin(x)$ с помощью встроенной логической функции «ЕСЛИ».

Студентам предлагается самостоятельно вычислить значение функции $\cos(x)$, а также выполнить вычисления для больших углов.

4. Творческо-поисковый вид деятельности – в процессе выполнения задания необходимо увидеть закономерность и применить ее для дальнейшего прогноза поведения исследуемого объекта. Или использовать выявленную закономерность для составления алгоритмов решений определенного класса задач и так далее. Задания данного класса могут занимать две или три лабораторные работы (в зависимости от отведенного количества часов на изучение курса «Математика»). Выполняются и оформляются такие лабораторные в виде маленького исследования. Например, памятуя о том, что курс построен на компьютерной математике, предлагается решить задачу нахождения значения функции в точке двумя способами: 1) как описан выше; 2) заранее определить количество слагаемых в разложении, проанализировав остаточный член в любой форме. Результаты сравнить и сделать выводы.

Выводы. По каждой изучаемой теме в лабораторных работах представлены задачи, выполняющиеся задачным методом. Для расчетов используется Microsoft Excel. Конечно, существует много программ, пригодных для математических операций, например, Maple, MatLab. Но в данной ситуации программа Excel тем хороша, что не все действия студента автоматизированы. Например, для поиска значений функции в точке методом разложения в ряд общий вид ряда придется записать вручную. Проанализировать остаточный член и выписать конкретное количество слагаемых

для достижения заданной точности тоже придется вручную. Каждая задача сопровождается небольшим справочным текстом, который излагает (если возможно) историю происхождения метода или задачи, объясняет применение математического аппарата. Классификация задач позволяет в одном случае акцентировать внимание на данных задачи (объединять в группы, анализировать, выделять главное), в другом случае – на последовательности действий для поиска решения, в третьем – на полученных результатах. Планирование действий развивает самостоятельность, а выполнение небольших исследований способствует осознанности принятия решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года от 05 апреля 2002 г. – М.: Центр гуманитарной литературы «РОН», – 2004.
2. Пиотровская К. Р. Методическая теория математической и информационной подготовки студентов — филологов на основе межпарадигмально — семиотического подхода. // Автореф. докт. дисс. пед. наук. СПб: РГПУ им. А.И.Герцена, 2007. – 231 с.
3. Остапенко Р.И. Формирование математической компетентности будущих педагогов-психологов. // Дис. канд. пед. наук. ВГУ, 2009. – 199 с.
4. Дмитриева, М. Н. Интенсификация лекционной работы и практических занятий по математике на гуманитарных факультетах вузов. // Вестник МГУ. Серия «Педагогическое образование» №4, 2009. – С. 97 – 104.
5. Всероссийская конференция. Математика и общество. Математическое образование на рубеже веков. Дубна, сентябрь 2000 г. // М.: МЦНМО, 2000. – 664 с.
6. Кислякова М. А. Проблема определения целей и содержания учебного предмета «Математика» для студентов гуманитарных специальностей. // Вестник ТГПУ. 2012. – №2. – С. 175 – 179.
7. Тихомиров В.М. О некоторых проблемах математического образования. Всероссийская конференция «Математика и общество. Математическое образование на рубеже веков». – М.: МЦНМО, 2000. – 664 с.
8. Parveva T. (coordination), Noorani S., Ranguelov S., Motiejunaite A., Kerpanova V. Mathematics Education in Europe: common challenges and national policies. Brussels: Eurydice, 2011. – 180 p.
9. Бершадский Б.Е., Гузеев В.В. Дидактические и психологические основания образовательной технологии. / М.: Центр «Педагогический поиск», 2003. – 256 с.
10. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. // Новосибирск: ИМ СО РАН, 1999. – 270 с.
11. Загвязинский В.И. Методология и методика дидактического исследования. – М.: Изд-во «Педагогика», 1982. – 160 с.
12. Пономарева Л.А. Решение типовых задач с помощью Excel. – М.: МГПУ: 2013. 76 с.

УДК 378

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ МЕНЕДЖЕРОВ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д. Бойкишиева, Д. Солиева, магистранты направления Метрологии, стандартизации и контроля качества (по отраслям)

Андижанский машиностроительный институт, г. Андижан, Узбекистан, e-mail: soliyeva_dilnoza@mail.ru, dilnozaboykishieva@andmiedu.uz

Аннотация. В статье описаны задачи, проблемы и их решения, а также цели совершенствования подготовки менеджеров для современного производства в ВУЗах Республики Узбекистан.

Ключевые слова: Менеджмент, учебные задачи, цели, мотивация персонала, решение проблем качества подготовки менеджеров.

IMPROVING THE TRAINING OF MANAGERS FOR MODERN PRODUCTION

D.A. Boykishiyeva, D.A. Soliyeva, graduate destinations "Metrology, Standardization and quality management"

Andijan Machine-Building Institute, Andijan, Uzbekistan, e-mail: soliyeva_dilnoza@mail.ru, dilnozaboykishieva@andmiedu.uz

Abstract. Article describes the challenges, problems and solutions as well as goals for improving the training of managers for the modern production in universities of the republic of Uzbekistan.

Keywords: Management, learning objectives, goals, motivation of personnel, solution of problems of the training managers.

Введение. В эпоху системных экономических реформ и либерализации экономики, качество управления, а вместе с ним совершенствование подготовки управленческих кадров становится важнейшей приоритетной задачей, осознаваемой на всех уровнях власти, свидетельством чего успешная реализация Национальной программы подготовки кадров, перепрофилирование ряда ВУЗов и открытие в г. Ташкенте филиалов ведущих зарубежных университетов.

Цель работы. Рассмотреть в качестве проблемы влияющей на качество подготовки специальность «Менеджмент» и действующие учебные планы по подготовке менеджеров, в основу которых положен принцип гуманитарно-экономического образования с достаточно незначительным количеством естественнонаучных дисциплин.

Материал и результаты исследований. Практика, однако, показывает, что этот подход не всегда достаточно обоснован. Например, он не позволит будущему менеджеру производственной сферы быстро и в полной мере постичь комплекс технико-экономических вопросов на практической деятельности и свободно адаптироваться во многих направлениях хозяйственной деятельности. С учетом этого в учебных планах подготовки по управленческим специальностям предусмотрено ознакомление с основами производственных технологий, методами их технико-экономического анализа и показателями эффективности отдельного производства в ряде специальных курсов. Однако роль этих курсов в подготовке менеджеров часто недооценивается. Между тем они позволяют решить следующие учебные задачи:

- устранение барьера между фундаментальными и специальными дисциплинами;
- ознакомление с основами организации технологических процессов;
- освещение роли стандартизации и метрологии в народном хозяйстве;
- представление взаимосвязанности технологий.

Усвоение данного курса не всегда эффективно, главным образом из-за низкого уровня подготовки студентов, перегруженности курса частными технологическими процессами производства, недостаточного научно-методического обеспечения.

Кроме объективных причин на учебный процесс влияет и ряд субъективных факторов известного характера.

Эти проблемы могут быть решены путем введения комплекса учебных дисциплин углубленной общетехнической подготовки, которые должны:

- заложить основы технической грамотности,
- дать первичные навыки работы,
- усилить подготовку к практической работе путем получения базовой рабочей специальности,
- дать представление о естественнонаучных основах реализации различных технологических процессов и их нормативной базе.

Данные дисциплины, достаточно небольшие по объему, в процессе обучения могут стать теоретической основой общего предмета "Технологии" и позволят расширить кругозор будущего специалиста в области производственной деятельности. К ним можно отнести такие курсы, как "Основы инженерной деятельности", "Основы инженерной графики", "Основы стандартизации и метрологии", "Физико-химические основы технологических процессов".

Вывод. Для повышения эффективности учебного курса по подготовке менеджеров производства необходимо, на наш взгляд, коренным образом изменить подход к рассмотрению системы технологий. Изложение нужно вести исходя не из привычного отраслевого принципа систематизации, а из продуктового, т.е. научить студентов от функционального назначения продукта построить технологическую цепь его получения, положив в основу получение студентом:

- развитых общетехнических знаний,
- навыков самостоятельной работы по новым предметам изучения,
- навыков саморазвития,
- основам исследовательской работы,
- самостоятельного решения проблем и технического творчества.

Например, при изучении системы технологий в машиностроении и частных технологических процессов обработки материалов, студенты уже должны иметь системные знания об основах металлообработки. Надо свести частные технологические задачи в систему технологий реализации процессов. Например, частные производственные процессы могут быть сведены к конкретным видам совокупности элементов "оператор - станок - продукция" или "станок - приспособление - инструмент - деталь". Важным условием эффективности данного подхода является знание о способах описания элементарных производственных процессов и методах их построения, которые излагаются в общетехнических курсах. Низкая эффективность усвоения студентами общетехнических дисциплин часто выявляемая в условиях реального производства на начальном периоде работы молодых специалистов определяется как частичным отставанием учебного процесса от требований современного производства, отсутствием необходимого качественного научно-методического обеспечения учебных курсов как целостной системы формирования естественнонаучной базы специалиста.

Authors Index*(Last Name/First Name/Middle Name/Page)***Ambartsumian V.N.**, 177**Annov Aleksander**, 370**Annov Anton**, 370**Antonkov M.**, 147**Arzhaev G.**, 352, 409**Balaka M.**, 147, 234, 352, 409**Balashov S.V.**, 414, 538**Bas K.M.**, 240**Bas T.P.**, 240**Bazelyuk O.V.**, 336**Bishevksy V.**, 538**Bogushevskiy V.**, 339**Bondarenko A.**, 23**Borisenko D.**, 472**Borovs'ka E.**, 441**Boykishiyeva D.A.**, 579**Buryak A.**, 301, 309**Cheban A.U.**, 121, 127**Chernova L.**, 508**Derevyagina N.**, 90**Dodatko A.**, 553**Dudko M.A.**, 26**Duzhak V.V.**, 193**Dzenzersky V.**, 309**Fedoriachenko S.A.**, 109**Fedoskin V.O.**, 287**Fedoskina Ye.V.**, 115**Filatov G.**, 394**Gabdrakhmanova K.F.**, 453, 457, 467, 556**Gazizova A.**, 467**Glushchenko O.C.**, 277**Gorovec R.V.**, 282**Grabovskij K.**, 331**Gutorov Y.A.**, 346**Horpynych O.**, 547**Hrunina N.P.**, 121, 127**Imangazin M.K.**, 418**Inkin O.**, 358**Ischenko V.I.**, 336**Juravel A.U.**, 157**Jusko V.L.**, 324**Kaplun O.G.**, 261**Khodos O.**, 429, 431**Kirnos V.**, 34**Kladko A.**, 39**Klymenko I.Y.**, 211, 217**Kobilyansky S.V.**, 426**Kolesnikov I.A.**, 386**Kolosov D.**, 136**Koptovets A.**, 380**Korostienko D.V.**, 448**Koval D.O.**, 177**Kozina I.**, 248**Krivda V.**, 240**Kuzbakov G.**, 43, 50, 55**Kuznetsova Kateryna**, 478**Lagoshna O.**, 484**Lagoshny A.**, 484**Lavrinenko S.V.**, 481**Litvin P.V.**, 261, 282**Logvinenko V.G.**, 562**Lytvyn V.V.**, 251**Maryenko V.**, 63, 268**Matsyuk I.N.**, 514, 520**Matysina N.**, 484

- Melnikova Y.*, 434
Mikheeva E.V., 492
Minnulina R.I., 453
Myroshnichenko A.N., 251, 272
- Naumenko O.*, 68
Nikolenko M.V., 386
Novytski A.V., 277
- Olishevskaya V.E.*, 287
- Pakhomova S.*, 184
Palyh A.P., 72
Patsera S., 193
Pikula N.P., 492
Pismenkova T., 499
Plahotnik V., 268
Pomelnikova A., 184
Ponomareva L.A., 571
Prokopovich M.A., 205
Protsiv V., 499
Puchkov A.I., 261, 282
Pyankov I.B., 386
- Rozov S.V.*, 390, 426
Rutkovsky A., 197
- Sadovenko I.*, 90, 358
Sarycheva G.I., 26, 83
Savchenko A.A., 205
Savchenko Y., 83, 295
Savelyeva T.S., 77
Sekisov G.V., 127
Selina V.O., 571
Semencha I.Y., 441, 448
Sergeieva K., 94
Sirchenko A., 162, 169
Skosar V., 301, 309
Slobodchikov V., 352, 409
- Sodol I.*, 431
Soliyeva D.A., 579
Solomko D.I., 414
Suchikova Y., 318
Sukhenko V., 339
Sychev A.V., 225
Shapovalov D.O., 324
Shepel T.V., 225
Shevchenko O., 133
Shimanovich D., 328
Shlyahov E.M., 514, 520
Shumelchik K., 524
Shumelchik L., 524, 532
Shumelchik Kateryna, 400
- Tantsura G.*, 136
Taran I.O., 211, 217
Tarasov S., 301
Tarnovsky A.V., 77
Teshabaev A.E., 461
Tipikin A., 169
Tsaplya A.A., 287
Tumin A.N., 99
Tverdohleb A.M., 157, 426
- Usmanov F.G.*, 346
- Vanga G.K.*, 109, 157
Verner I., 26, 83, 193, 538
Volkova A.A., 456
- Yavorskaia V.*, 380
- Zabolotniy K.*, 162, 169
Ziborov K.A., 109, 177, 499
Zybaylo S.N., 324
Zherdiev K., 94
Zhovtyak A.S., 414
Zhuk S., 331

Организаторы конференции



Министерство образования и науки Украины
01135, г. Киев, проспект Победы, 10
<http://www.mon.gov.ua/>



Государственное высшее учебное заведение
«Национальный горный университет»
49600, Украина, г. Днепропетровск, пр. Карла Маркса, 19
<http://www.nmu.org.ua/>



Днепропетровский молодежный совет
при городском голове И.И. Куличенко
49004, Украина, г. Днепропетровск, пр. Кирова, 2



Группа компаний «АСКОН» (Россия)
<http://ascon.ru/>



Актюбинский региональный государственный
Университет им. К. Жубанова
030000, Казахстан, г. Актобе, пр. А. Молдагуловой, 34
<http://arsu.kz/>



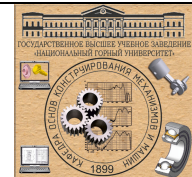
Украинская ассоциация
«Женщины в науке и образовании»
61077, Украина, г. Харьков, пл. Свободы, 4, Харьковский Нацио-
нальный университет



Механико-машиностроительный факультет
Государственное высшее учебное заведение
«Национальный горный университет»
<http://mmf.nmu.org.ua/>



Лаборатория информационных технологий
проектирования кафедры основ
конструирования механизмов и машин
<http://okmm.nmu.org.ua/>

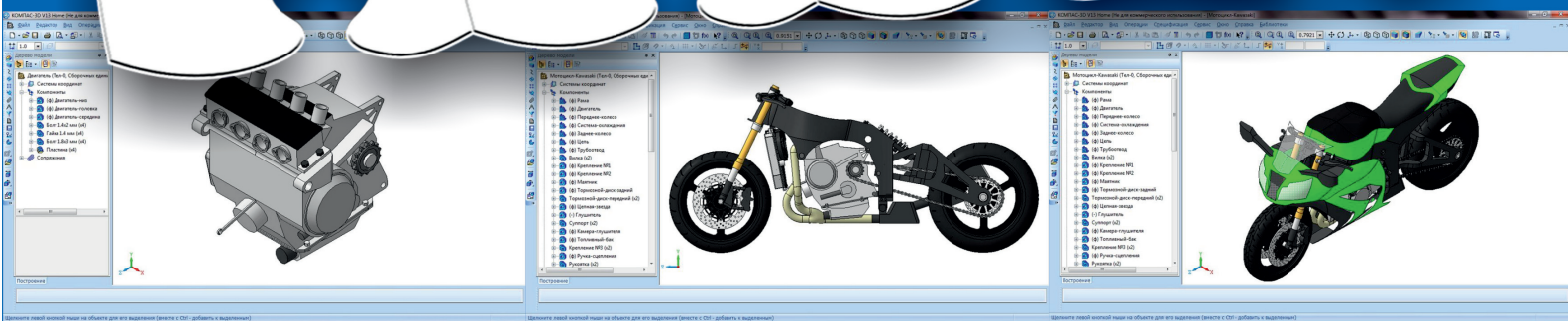


Международные научные интернет-конференции
(организация и поддержка)
<http://sci-forum.net.ua/>



Международный молодёжный конкурс

Будущие асы компьютерного 3D-моделирования



**ПРОЯВИ МАСТЕРСТВО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ АСКОН!**

Узнай о конкурсе больше:
edu.ascon.ru

Использован конкурсный проект "Спортивный мотоцикл" Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники



**Будь
ИНЖЕНЕРОМ!**

Образовательная программа АСКОН

Механіко-машинобудівний факультет



Кафедра автомобілів і автомобільного господарства

Завідувач к.т.н., доц.
Бас Костянтин Маркович;
тел.: +38(0562) 47-23-64;

Напрямок підготовки:
6.070106. Автомобільний транспорт – фахівець з автомобільного транспорту.

Спеціальність:
7.07010601. Автомобілі та автомобільне господарство – професіонал в галузі автомобільного транспорту (інженер з транспорту).

Направляємо на роботу:

м. Дніпропетровськ: “Ореол”, “Симор”, “Мебель Капитал”, “Инфротех”, “Південний машинобудівний завод ім. Макарова”, “Авто-імпульс”, “Горбань сервіс”, “Екс Им Транс”, “Аеліта”;
Криворізький район, с. Червоне: “Агрофірма “Красный забойник”;
Петрівський район, с. Зелене: “Колос”.



Кафедра управління на транспорті

Завідувач д.т.н., доц.
Таран Ігор Олександрович;
тел.: +38(0562) 39-64-98;

Напрямок підготовки:
6.070101. Транспортні технології – фахівець в галузі транспортних технологій (автомобільні).

Направляємо на роботу:

м. Дніпропетровськ: “Златаєв”, “Днеприштертранс”, “Дніпровське АТП 11205, 11201”, “Дено”, “Космос”, “Дніпротрансервіс”, “Дніпропетровський завод ім. Комінтерна”, “Укр. Держ. служби при УМВС України”, “Нова-Пошта”, КБ “Південне” ім. М.К. Янгаля, “Дніпропетровська енергетична компанія”.



Кафедра технології гірничого машинобудування

Завідувач д.т.н., проф.
**Проців Володимир
Володимирович;**
тел.: +38(0562) 47-14-43;

Напрямок підготовки:
6.050502. Інженерна механіка - фахівець в галузі інженерної механіки – бакалавр.

Направляємо на роботу:

м. Дніпропетровськ: “Дніпропетровський агрегатний завод”, “Південний машинобудівний завод ім. Макарова”, “Дніпропетровський завод бурового обладнання”, “РСР Трейдінг Груп”, “Укрніхром”, “Всеукраїнський виробничий альянс”, “Technology Experts”, “Український НДІ технології машинобудування”, “Діапазон”, “Укрспецналадка”.



Кафедра гірничої механіки

Завідувач д.т.н., проф.
Самуся Володимир Ілліч;
тел.: +38(0562) 47-05-36;

Напрямок підготовки:
6.050301. Гірництво – фахівець в галузі гірництва.

Направляємо на роботу:

м. Дніпропетровськ: “Автопривод”, ДВНЗ “НГУ” .

Кафедра збагачення корисних копалин



Завідувач д.т.н., проф.
Пілов Петро Іванович;
тел.: +38(0562) 47-03-01;

Напрямок підготовки:
6.050303. Переробка корисних копалин – фахівець в галузі

Направляємо на роботу:

м. Дніпропетровськ: “Робософт”.

Кафедра гірничих машин і інженерінга



Завідувач д.т.н., проф.
Заболотний Костянтин Сергійович;
тел.: +38(0562) 47-45-53;

Напрямок підготовки:
6.050503. Машинобудування – фахівець з машинобудування.

Направляємо на роботу:

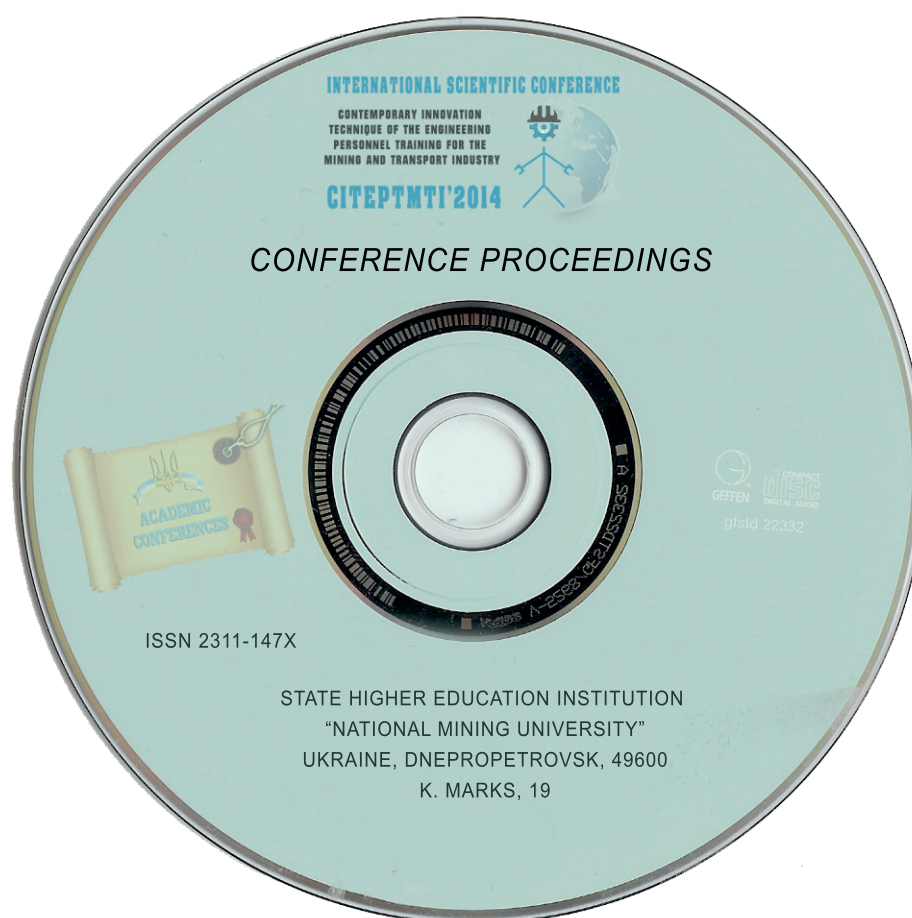
м. Дніпропетровськ: “Дніпропетровський завод бурового обладнання”.

Научное издание

Сборник научных трудов международной конференции
«СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ
КАДРОВ ДЛЯ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА 2014»

CITERTMTI'2014

Издано в авторской редакции



Электронный сборник научных трудов размещен по адресу:
www.sci-forum.net.ua



(1954 - 2013)

The International Scientific and Technical Conference "Modern Technology Engineering Training" is dedicated to the sixtieth anniversary of Professor Sergei Blokhin. He has spent with Mining University for about 33 years. Sergei Blokhin has worked as a lecturer, head of the Construction, Theoretical and Applied Mechanics Department and as a Dean of Mechanical Engineering Faculty (MEF).

During the time of his leading the faculty there were founded new departments and majors such as Automobiles and Automobile Economy, Organization and Management of Transport. Under Sergey's supervision a significant number of PhD theses were prepared. He was the initiator of foundation of the scientific research laboratory named Dynamics and Durability of Supporting Constructions of Artificial Structures of Mining Enterprises.

Throughout his life, Professor Sergei Blokhin made an outstanding contribution not only to science, but also to education of engineers. During the years of his work at the MEF thousands of students became high-skilled professionals that considered him to be the second father because of his sensitive and sympathetic character.

The aim of this conference is not only to emphasize the great role of Sergei Blokhin in the training of engineers, but to discuss the prospects of using and application of modern education and science technologies, which were proposed and supported by the scientist.

In Memory of Sergey Blokhin

Посвящается Сергею Евгеньевичу Блохину

Международная научно-техническая конференция «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров» посвящена шестидесятилетию профессора Блохина Сергея Евгеньевича. Профессор Блохин много лет отдал работе в Национальном горном университете: преподавая, возглавляя кафедру «Строительной, теоретической и прикладной механики», а также одновременно управляя Механико-машиностроительным факультетом.

За почти двадцатилетний срок работы в этой должности на факультете были созданы новые кафедры и специальности: «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Организация перевозок и управление на транспорте», подготовлен ряд кандидатов и докторов наук. Профессор Блохин С.Е. являлся инициатором создания НИЛ «Динамики и прочности несущих конструкций искусственных сооружений горно-металлургических предприятий».

Всей своей жизнью Сергей Евгеньевич вписал яркую страницу не только в науку, но и в воспитание инженерных кадров. За годы его трудовой деятельности на факультете получили образование тысячи студентов, считавших его вторым отцом благодаря его чуткой и отзывчивой натуре.

Цель данной конференции – представить новые современные технологии подготовки инженеров, перспективы использования и внедрения современных инноваций в образовании и науке, активным идеологом и проводником которых являлся профессор Блохин С.Е.

