



но-технической конференции на тему: "Современные материалы, техника и технологии в машиностроении". - Андижан: АМИ, 2014. – Т.1. – С. 25 – 27.

3. Эпштейн Г.Н., Кайбышев О.А. Высокоскоростная деформация и структура металлов.- М.: Metallurgy, 1971.- 198 с.

4. Савченко Ю.В. Аналітичний метод визначення коефіцієнта концентрації напруг. - Інновації та трансфер технологій: від ідеї до прибутку : Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції. - Д.:НГУ, 2011. С. 45-46

5. Савченко ЮВ, Караваева ОС. Моделирование разрушения гетерогенной среды при высокоэнергетических нагрузках // Трансфер технологій: від ідеї до прибутку : матеріали 1 міжнар. наук.-практ. конф. студ., асп. и мол. ученых в 2 Т.- Д.: НГУ, 2010 Т. 1. – С. 101-103.

УДК 622.625.28

### АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТЕСТОВЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ БЕССТУПЕНЧАТЫХ ТРАНСМИССИЙ

И.А. Таран<sup>1</sup>, И.Ю. Клименко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доктор технических наук, доцент кафедры управления на транспорте, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: [taran\\_70@mail.ru](mailto:taran_70@mail.ru)

<sup>2</sup> ассистент кафедры управления на транспорте, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепропетровск, Украина, e-mail: [iryna\\_klymenko@mail.ru](mailto:iryna_klymenko@mail.ru)

**Аннотация.** Предложена методика по комплексной оценке, сравнению альтернативных вариантов и общая идеология автоматизированного конструирования бесступенчатых трансмиссий шахтных дизелевозов. Рассмотрен автоматизированный тестовый анализ основных технологических режимов работы бесступенчатых гидрообъемно-механических или электромеханических трансмиссий.

*Ключевые слова:* бесступенчатая трансмиссия, гидрообъемно-механическая трансмиссия, электромеханическая трансмиссия, дизелевоз, двигатель.

### AUTOMATED TEST ANALYSIS OF MAIN TECHNOLOGICAL MODES OF STEPLESS TRANSMISSIONS

I. Taran<sup>1</sup>, I. Klymenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 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](mailto:taran_70@mail.ru)

<sup>2</sup> Assistant of Department of Transportation Management, State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: [iryna\\_klymenko@mail.ru](mailto:iryna_klymenko@mail.ru)



**Abstract.** The methodology for integrated evaluation, comparison of alternatives and the general ideology of automated construction of stepless transmissions are offered. The automated test analysis of the main technological modes of stepless hydrovolumetric mechanical or electromechanical transmissions is reviewed.

*Keywords: stepless transmission, hydrovolumetric mechanical transmission, electromechanical transmission, diesel locomotive, engine.*

**Введение.** Практическое отсутствие бесступенчатых двухпоточных трансмиссий на базе гидравлических или электрических вариаторов в шахтном тяговом транспорте и в горном деле многие годы сдерживается в Украине отсутствием теории рабочих процессов таких трансмиссий. После тщательного подбора вариантов схем такого типа трансмиссий, их расчетно-теоретического сравнения и обоснования наиболее рационального варианта бесступенчатые двухпоточные трансмиссии на базе гидрообъемной передачи (ГОП) и электропередачи (ЭП) могут и должны эффективно работать в составе шахтных дизелевозов также, как работают в десятках других тягово-транспортных машин.

**Цель работы.** Разработать методику по комплексной оценке и сравнению альтернативных вариантов трансмиссий шахтных дизелевозов.

**Материал и результаты исследования.** Предлагаемая методика по комплексной оценке, сравнению альтернативных вариантов и общая идеология автоматизированного конструирования бесступенчатых трансмиссий шахтных дизелевозов заключается в реализации и объединении десяти крупных, взаимосвязанных расчетно-теоретических и конструкторских уровней.

Уровень 1. Решение схемной проблемы путем привлечения эвристического структурного синтеза схемы гидрообъемно-механической трансмиссии (ГОМТ) и электромеханической трансмиссии (ЭМТ) на основе инженерного опыта создания, доводки или эксплуатации бесступенчатых двухпоточных трансмиссий, материалов патентов и научных трудов.

Уровень 2. Первоначальный анализ кинематических, силовых и энергетических характеристик ГОМТили ЭМТ СМТ в составе технической системы «привод- машина технологическая нагрузка - система управления».

Уровень 3. Автоматизированный тестовый анализ основных технологических (эксплуатационных) режимов работы бесступенчатых ГОМ или ЭМТ.

Уровень 4. Определение рационального вектора конструктивных параметров в режиме диалога с ПЭВМ (или на основе адаптации и развитии параметрического синтеза применительно к бесступенчатым ГОМТ и ЭМТ).



Уровень 5. Экспертная оценка легкости и удобства управлением бесступенчатыми трансмиссиями, то есть их эргономичности.

Уровень 6. Определение модулей и числа зубьев в зубчатых зацеплениях механической части ГОМТ или ЭМТ на основе оптимального (рационального) синтезированного множества конструктивных параметров.

Уровень 7. Квазистатический прочностной расчет на основе пиковых нагрузок, а также уточненных векторов конструктивных параметров с помощью современных профессионально-ориентированных модулей программных продуктов (Компас, Solid Works, ANSYS и др.).

Уровень 8. Автоматизированное проектирование 3D моделей трансмиссий с помощью профессиональных программных продуктов (Solid Works, Компас 5.11, AutoCAD) с возможностью получения всех необходимых плоских сечений ГОМТ или ЭМТ 2D и 3D моделей всех составляющих трансмиссию отдельных деталей.

Уровень 9. Уточнение геометрических и массовых параметров основных элементов трансмиссии конкретного дизелевоза с учетом особенностей компоновки на основе полученных 3D-моделей путем решения достаточно сложной задачи динамики, связанной с крутильными колебаниями, динамическими нагрузками в трансмиссии.

Уровень 10. Получение на основе окончательной 3D-модели рабочих чертежей деталей и сборочного чертежа ГОМТ или ЭМТ в целом с учетом технологии изготовления и сборки

Одним из важнейших этапов оценки и сравнения альтернативных вариантов трансмиссий является автоматизированный тестовый анализ основных технологических (эксплуатационных) режимов работы бесступенчатых ГОМТ или ЭМТ, работающих как в составе только дизелевоза, так и в составе дизельпоезда. Данный уровень включает:

1. Кинематический, силовой и энергетический анализ трансмиссии в особом режиме движения транспортного средства – при трогании и движении на подъем с заданным углом, скоростью движения и известным коэффициентом сцепления колес с рельсами. Этот особый вид движения дизель-поезда может явиться наиболее опасным с точки зрения нагруженности элементов трансмиссии, что существенно влияет на выбор рабочего объема гидромашин, входящих в состав гидрообъемной передачи и ограничивающих значений токов и напряжений в электрической передаче в случае использования ЭМТ.

2. Статический поэлементный анализ работы ГОМТ или ЭМТ (подробный анализ кинематики, нагрузок и энергетических характеристик) во всем скоростном интервале движения дизельпоезда как на тяговом, так и на транспортном диапазонах с учетом всех возможных нагрузочных режи-



мов. К этим параметрам и характеристикам относятся множества угловых скоростей и моментов нагрузки на всех звеньях трансмиссии (в том числе и пиковых), а также протекающие через них мощности с учетом локальных механических, гидравлических или электрических (магнитных) потерь; полный КПД трансмиссии; полный КПД ГОП; перепад рабочего давления в ГОП; суммарные внешние утечки в ГОП; мощность тепловыделений, потери мощности отдельно в гидравлической, электрической и механической ветвях трансмиссии, мгновенный расход топлива в ДВС а также любые другие основные рабочие параметры и характеристики ГОМТ, ЭМТ.

3. Предварительное построение универсальных характеристик бесступенчатых ГОМТ или ЭМТ. Универсальные характеристики для бесступенчатых трансмиссий шахтных дизелевозов дают объективную оценку всего возможного поля рабочих режимов трансмиссий и являются наглядной критериальной оценкой для альтернативных вариантов трансмиссий с целью обоснования еще на этапе проектирования наиболее рационального и эффективного варианта.

4. Анализ динамики разгона, торможения а также равномерного движения дизель-поезда, оснащенного различными трансмиссиями, отличающимися принципом работы, структурной схемой и используемыми вариаторами. При этом учитываются конкретные характеристики двигателя внутреннего сгорания, особенности управления элементами трансмиссии – ее регулировочная характеристика, низкий коэффициент сцепления и высокая инерциальность состава. Движение дизельпоезда рекомендуется моделировать и сравнивать при движении по опорной поверхности с изменяющимся коэффициентом сцепления и углом наклона опорной поверхности при изменении коэффициента сцепления –  $\varphi \in [0,09; 0,20]$ , угла наклона опорной поверхности –  $\alpha \in [-0,286^0; 0,286^0]$  ( $\pm 5\%$ ), которые представляют собой стохастические функции с нормальным распределением случайных величин в указанных диапазонах.

При выполнении указанных выше предварительных тестовых оценок функциональных и эксплуатационных возможностей трансмиссии дизелевоза всякий предлагаемый вариант трансмиссии рассматривается как объект параметрического синтеза с целью выбора оптимального или, строго говоря, рационального вектора конструктивных параметров, который наилучшим образом удовлетворяет стохастическим интегральным критериям по тяговой динамике, коэффициенту полезного действия, минимуму мощности тепловыделений и минимуму расхода топлива.

**Вывод.** Представленная методика позволяет комплексно оценивать различные конструктивные варианты и схемные решения трансмиссий и научно обоснованно рекомендовать трансмиссию для конкретного тягово-



транспортного средства, наилучшим образом соответствующую условиям эксплуатации и обеспечивающую оптимальные характеристики машины в целом.

УДК 669-176

## **ТЕКСТУРА, РАЗРУШЕНИЕ И ФРАКТАЛЬНАЯ РАЗМЕРНОСТЬ ИЗЛОМОВ СТАЛИ ТРУБОПРОВОДА**

**В.В. Усов<sup>1</sup>, Т.С. Чернева<sup>2</sup>, Д.В. Барган<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедры общетехнических дисциплин и технологического образования, Государственное высшее учебное заведение «Южно-украинский национальный педагогический университет им. К.Д. Ушинского», г. Одесса, Украина, e-mail: [valentin\\_usov50@mail.ru](mailto:valentin_usov50@mail.ru)

<sup>2</sup>аспирантка кафедры физики, Государственное высшее учебное заведение «Южно-украинский национальный педагогический университет им. К.Д. Ушинского», г. Одесса, Украина, e-mail: [chernevps@rambler.ru](mailto:chernevps@rambler.ru)

<sup>3</sup>аспирант кафедры физики, Государственное высшее учебное заведение «Южно-украинский национальный педагогический университет им. К.Д. Ушинского», г. Одесса, Украина, e-mail: [bargan\\_90@mail.ru](mailto:bargan_90@mail.ru)

**Аннотация.** В работе проведено исследование текстуры и установлены фрактальные особенности разрушения при испытаниях на малоцикловую усталость характерных участков сварного соединения (основного металла, зоны термического влияния и металла шва) стали трубопровода после его длительной эксплуатации.

*Ключевые слова:* текстура, сталь, трубопровод, сварное соединение, разрушение, фрактальная размерность.

## **TEXTURE, FAILURE, AND THE FRACTAL DIMENSION OF THE KINK STEEL OF PIPELINE**

**Valentin Usov<sup>1</sup>, Tatiyana Cherneva<sup>2</sup>, Dmitry Bargan<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Doctor of physical and mathematical Sciences, Professor, Head of Department of technical disciplines and technology education, State Higher Educational Institution “South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushinsky”, Odessa, Ukraine, e-mail: [valentin\\_usov50@mail.ru](mailto:valentin_usov50@mail.ru)

<sup>2</sup>postgraduate student of the Department of Physics, State Higher Educational Institution “South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushinsky”, Odessa, Ukraine, e-mail: [chernevps@rambler.ru](mailto:chernevps@rambler.ru)

<sup>3</sup> postgraduate student of the Department of Physics, State Higher Educational Institution “South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushinsky”, Odessa, Ukraine, e-mail: [bargan\\_90@mail.ru](mailto:bargan_90@mail.ru)

