

В.И. Бондаренко

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КАФЕДРЫ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ

У статті висвітлено основні напрями наукової школи підземної розробки рудних і вугільних родовищ корисних копалин.

В статье освещены основные направления научной школы подземной разработки рудных и угольных месторождений полезных ископаемых.

In article the basic directions of scientific school underground mining ore and coal mineral deposits are shined.

Основателем кабинета горного искусства (кафедры подземной разработки месторождений) был известный ученый А.М. Терпигорев. В 1902 г. он стал экстраординарным профессором по горному искусству Екатеринбургского высшего горного училища.

Именно ему принадлежат первые методические разработки, конспекты лекций и учебники по ряду разделов горного искусства: бурению, доставке, вентиляции, рудничному освещению, сооружениям и приспособлениям на рудниках, креплению и системам разработки месторождений.

В 1904 г. на кафедру горного искусства приходит молодой учёный М. М. Протоdjяконов (1874-1930). Занявшись изучением давления горных пород на рудничную крепь, он кропотливо и последовательно проверял свои теоретические выводы опытами на моделях. Эти опыты полностью подтвердили справедливость выдвинутой им теории относительной крепости горных пород. Результаты проведенных исследований М.М. Протоdjяконов опубликовал в книге «Давление горных пород на рудничную крепь. Теория рудничного крепления» (1907). Исследования М.М. Протоdjяконова сделали его основателем научной школы по изучению горного давления и крепости горных пород. По праву третьим основателем научной школы подземной разработки был Л.Д. Шевяков. Продолжателями школы стали известные учёные А.М. Цейтлин, Я.Э. Некрасовский, И.А. Кияшко, О.В. Колоколов, Б.С. Борисенко, А.И. Зильберман, В.С. Рахутин.

Сегодня достойными продолжателями являются профессора: В.И. Бузило, А.М. Кузьменко, И.А. Ковалевская, С.Ф. Власов, Г.С. Пиньковский, Ю.Б. Грядущий, Н.М. Табаченко, В.Г. Перепелица; доценты: В.Н. Почепов, Р.Е. Дычковский, О.Е. Хоменко, В.С. Фальштынский, В.В. Фомичев, В.В. Русских, Н.П. Овчинников, В.В. Харченко, В.П. Сердюк, О.Б. Владыко, А.Г. Кошка, В.И. Сулаев, Н.К. Руденко, В.Ю. Медяник, Ю.И. Демченко, С.В. Салли, А.В. Яворский, М.Н. Кононенко.

Надбання наукових шкіл



*Учасники II науко-практичної конференції «Школа підземної розробки»,
октябрь 2008 г.*

Более 40 лет под руководством О.В. Колоколова на кафедре проводились научные исследования по разработке геотехнических способов добычи и переработки полезных ископаемых методом подземной газификации, гидрогенизации и гидроимпульсного воздействия (ко-генерационные системы, рис. 1). Сегодня это направление продолжают профессора В.И. Бондаренко, Н.М. Табаченко и доценты В.С. Фальштынский и Р.Е. Дычковский. Данные технологии подразумевают превращение угля из твёрдого неподвижного состояния на месте его залегания в подвижное – искусственное газообразное топливо с выдачей газа через скважины на поверхность.

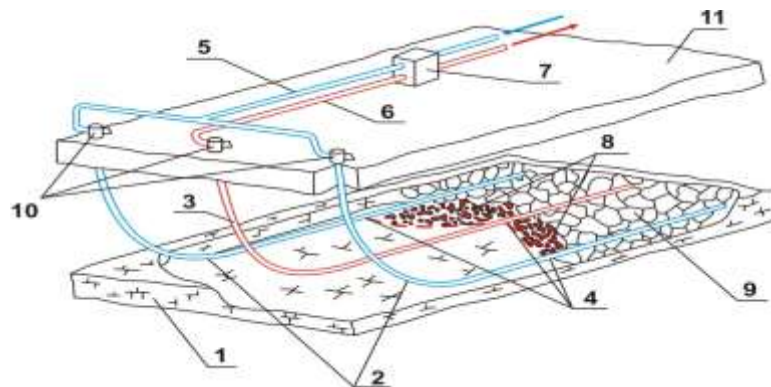


Рис. 1. Принципиальная схема скважинной подземной газификации угольных пластов: 1 – угольный пласт; 2 – нагнетательные скважины; 3 – газоотводная скважина; 4 – передвижные зажигательные устройства; 5, 6 – нагнетательный и газоотводный трубопроводы; 7 – теплообменник-утилизатор; 8 – огневой забой; 9 – выработанное пространство; 10 – оголовки вертикально-горизонтальных скважин; 11 – поверхность земли

По результатам выполненных научных исследований и промышленных разработок за период 1980-2008 гг. получено 62 авторских свидетельства и патентов Украины, России. По данному научному направлению опубликовано ряд монографий, учебных пособий и более 150 научных работ. Совместно с проектным институтом «Днепрогипрошахт» разработаны три рабочих проекта строительства экспериментальных участков подземной газификации углей на Синельниковском бурoughольном месторождении, на горном отводе шахты им. Н.А. Сташкова в Западном Донбассе Днепропетровской области и на Тарнавском бурoughольном месторождении Черкасской области.

Разработаны технологические схемы скважинной подземной газификации угля (СПГУ): вскрытие угольных пластов направленными скважинами; спуск-подъем по этим скважинам гибких длинномерных трубопроводов с жаростойкими насадками на концах; направленная подача дутья на угольный массив из подвижных насадок с удержанием дутья на контакте с зеркалом горения на протяжении отработки всего выемочного столба; получение различных компоновок газообразного топлива с теплотворной способностью низкокалорийного газа ($3,35-4,60$ МДж/м³), среднекалорийного энергоносителя ($8,36-10,46$ МДж/м³), синтез газа с отношением $H_2/CO = 1-3$ в зависимости от требований потребителя.

Обосновано совместное комбинированное ко-генерационное производство электрической механической и тепловой энергии на базе искусственного газа СПГУ, систем аккумулирования энергии и свободнопоршневых агрегатов (СПАГов).

Созданы теоретические и практические основы комплексной переработки угля на месте его залегания и на поверхности путем превращения его из твердой фазы в газовую и получение ценного химического сырья (серы, фенолов, бензолов, аргона, ксенона, криптона, аммиака, метанола, мочевины, органических кислот и др.). Это позволяет переводить нефть и твердый газ в категорию сырья для химического производства. А освобождающиеся нефтегазопроводы и распределительные системы могут быть использованы для транспортирования газа СПГУ.

Разработаны основные принципы рекуперации тепла горячих обрушенных горных пород путем закачки в бывший подземный газогенератор холодных теплоносителей и выдачи на поверхность тепловой энергии в виде горячих теплоносителей (пар, воздух, инертные газы и т.д.) или использование подземного газогенератора в качестве аккумулятора тепла.

Впервые создана ко-генерационная технология производства энергоносителей на базе газа СПГУ.

Разработана экологически чистая технологическая схема подачи в подземный газогенератор, кроме дутья, еще и дымовых выбросов от действующих энергетических производств (тепловых электростанций, промышленных котелен, металлургических и коксохимических заводов). Под действием высокой температуры в газогенераторе газ CO_2 разлагается на горючий газ CO . Также нейтрализуются токсичные газы (NO_x и SO_x) и на этой основе снижается влияние парникового эффекта и кислотных дождей на окружающую среду. Иными словами: из отходов (дым CO_2) можно получать доходы (при сжигании CO) и коренным образом улучшить экологическую ситуацию в регионе.

Разработана конструкция подземного газогенератора с наклонными и направленными скважинами, а также конструкция скважинного парогенератора для утилизации тепла отводимого горячего газа.

Созданные в 80-х годах научные основы и технологии физико-химического закрепления слабых водонасыщенных пород получили своё дальнейшее плодотворное развитие (проф. В.И. Бондаренко). Направленное изменение физико-механических свойств и состояния дисперсных водонасыщенных пород под воздействием физических полей и химических реагентов, обеспечивающее безопасное ведение горных работ и строительство подземных сооружений в особо сложных условиях:

– установлены закономерности изменения степени пльвучести пород от удельной поверхности частиц, что легло в основу разработки классификации слабых водонасыщенных

Надбання наукових шкіл

пород по степени плавучести, позволяющей дифференцированно решать задачи физико-химического закрепления;

– найдены при электрохимическом закреплении термодинамические условия минералообразования – перехода портландита в кальцит (главный продукт цементации) на основе расчёта констант равновесия и изобарно-изотермического потенциала;

– установлены закономерности изменения степени плавучести пород от удельной поверхности частиц, что легло в основу разработки классификации слабых водонасыщенных пород по степени плавучести, позволяющей дифференцированно решать задачи физико-химического закрепления;

– установлены процессы электрохимического закрепления пород, которые аналогичны закономерностям геохимических процессов, происходящих в природе (в течение миллионов лет), и называемых диагенезом;

– разработана классификация псевдоплавунув по способам физико-химического закрепления, отличающаяся учётом, составом, состоянием пород и горнотехнических факторов;

– установлены закономерности изменения водородного показателя pH при электрохимическом закреплении и степени его влияния на амфотерность глинистых минералов, учёт которых позволил разработать новые способы, ускоряющие процессы закрепления плавунув пород при проведении горных выработок.

В 1995 году разработки этого направления получили международное признание. Теоретические основы физико-химического закрепления горных пород стали основой для научного открытия в горном деле №12, которое зарегистрировано Международной ассоциацией авторов научных открытий (Москва). Под воздействием постоянного электрического тока плавунув превращались в монолитные прочные породы, подобные сланцам и песчаникам. Этот процесс получил название «искусственный диагенез». Авторы научного открытия В.И. Бондаренко, Г.Г. Пивняк, А.Н. Зорин.

В дальнейшем это открытие легло в основу разработки новой технологии адгезионно-химического окускования бурого угля, торфа, угольных шламов и других материалов органического происхождения и отходов или их комбинации. Совместно с проф. П.И. Пиловым получены патенты Украины и России на технологии и установки для изготовления композиционного угольного топлива ХОТ-3 и ХОТ-31 (рис. 2).



Рис. 2. Установка для изготовления композиционного угольного топлива (ХОТ-31)

Окускованное топливо обладает высокими теплоэнергетическими и механическими свойствами, в частности, достаточной механической прочностью, водостойкостью и термостойкостью.

На кафедре проводятся исследования по решению научно-технических задач обеспечения надежной и безопасной эксплуатации подготовительных выработок за счет повышения достоверности прогноза проявлений горного давления в слоистом (неоднородном) углевмещающем массиве пород по всему контуру выработки с учетом полных диаграмм деформирования каждого из элементов системы «массив – крепь», их взаимодействия и взаимовлияния (проф. И.А. Ковалевская, доц. В.В. Фомичев).

Аналитической базой для решения задачи является метод расчета напряженно-деформированного состояния системы «массив – упрочненные породы – крепь» с пространственной неоднородностью ее геометрических, механических и силовых параметров. Он позволяет разработать научные основы интенсификации ресурсосберегающих технологий поддержания горных выработок путем создания грузонесущей конструкции из упрочненных пород и крепи, которая является равнопрочной по основным составляющим элементам и адаптируется к характеру проявлений горного давления. Наглядной интерпретацией сказанного является четырехпараметрическая схема формирования нагрузки на крепь и ее минимизации (рис. 3).

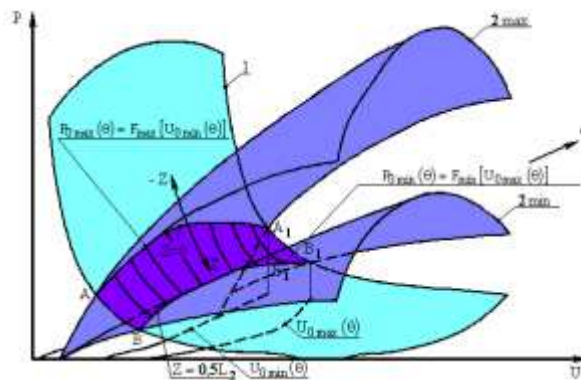


Рис. 3. Четырехпараметрическая схема формирования нагрузки на крепь и ее минимизации: 1 – разупрочнение и разрыхление массива; 2 – обрушение пород внутри зоны предельного равновесия

Практическим приложением решения данной задачи является группа методов расчета рациональных параметров основных типов крепей.

На современном этапе развития горной науки выполнения расчетов необходимо проводить с использованием методов компьютерного моделирования взаимодействия элементов системы «массив – крепь» в допредельном, предельном и запредельном состояниях (рис. 4).

При данном подходе рассмотрена задача расчета параметров управления проявлениями горного давления в системе на основе выявления закономерностей перемещений произвольной точки ее контура.

Отличительной особенностью решения является выполненное геомеханическое обоснование модели по ряду главных исходных параметров и диапазонов их вариации:

- глубина расположения пластового штрека и его размещение относительно угольного пласта;
- структура углевмещающей толщи близлежащих породных слоев, интервал изменения их механических характеристик и свойств угольного пласта;
- горнотехнические параметры самого пластового штрека: форма и размеры выработки, тип и параметры крепи, закрепного пространства и их механические характеристики;
- исследование НДС тестовых геомеханических моделей на предмет обоснования их размеров по условию стабилизации компонент напряжений на границах модели в соответствии с исходным негидростатическим состоянием;
- тестирование геомеханических моделей на предмет качественного соответствия их НДС современным представлениям и результатам исследований процессов сдвижения

породного массива в окрестности горной выработки;

– геомеханическое обоснование условий контакта по плоскостям напластования породных слоев углевмещающей толщи.

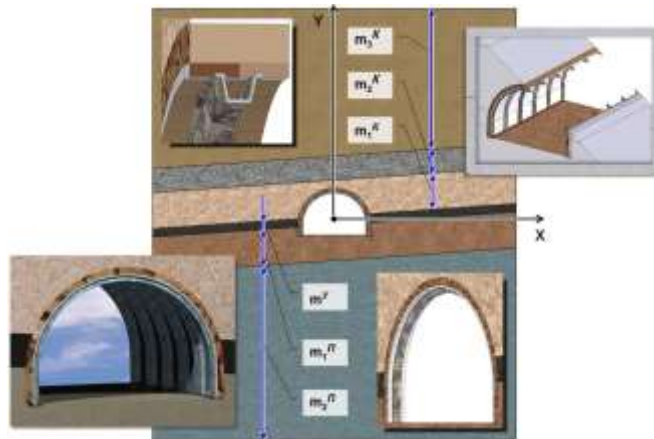


Рис. 4. Общий вид объемной модели, используемой в вычислительном эксперименте

Выполнив вычислительный эксперимент на основе полученной расчетной схемы, предложено решение ряда задач повышения устойчивости горных выработок:

– делать прогноз перемещения контура крепи выработки и проводить ее сравнительный анализ с нормативными документами, что наглядно представлено на рис. 5, где приведен сравнительный анализ напряженно-деформированного состояния выработки, выполненный методом компьютерного моделирования и сопоставлен с реальными условиями;

– обосновать критерии оценки эксплуатационного состояния выработки и рекомендовать методику выбора типового сечения выработки и параметры крепления в зоне ведения очистных работ в условиях подработки и надработки угольных пластов;

– определять напряженно-деформированное состояние подготовительных выработок вне зоны влияния очистных работ, оценивать работоспособность существующего способа крепления и рекомендовать новые параметры рамной, рамно-анкерной и анкерной крепей;

– разработать и рекомендовать методику выбора параметров охранных конструкций для повышения устойчивости в зоне влияния очистных работ;

– разработать и рекомендовать методику выбора рамно-анкерной крепи, уменьшающей влияния трения горных пород.

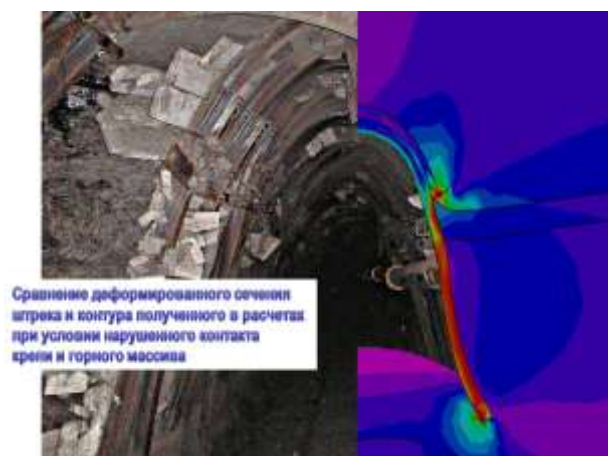


Рис. 5. Результаты тестовых расчетов

Научное направление в области разработки угольных пластов в сложных горно-геологических условиях с учетом геодинамики геологической среды, коллективной безопасности трудящихся и оценки технологичности запасов активно развивает проф. А.М. Кузьменко.

Идеей данного научного направления является рациональное направление развития горных работ, которое определяется устойчивостью переходных процессов между геологической средой с ее геодинамическими полями напряжений и техногенной системой горного массива, которая образуется при выемке полезных ископаемых.

Развивая научное направление в контексте общей идеи, им установлен ряд фундаментальных положений, в которых отражены закономерности и зависимости эффективности развития технологии подземных горных работ. Установлено, что напряженно-деформированное состояние породного массива и находится в прямой зависимости от азимутального отклонения проекции результирующего вектора геодинамических полей, изменяющегося циклично во времени и в пространстве. На границе геодинамических полей напряжений геологической среды располагаются переходные зоны, активность которых на порядок превышает фоновое значение по сейсмической активности и выделению газа. Внутрипластовое газовое давление в переходной зоне геодинамических полей напряжений пропорционально величине главных горизонтальных напряжений и сейсмоакустической эмиссии для пластов крутого падения. Эта закономерность проявляется в увеличении горизонтальных напряжений в 1,4-2,9 раза, сейсмоакустической эмиссии в 20 раз, интенсивности деформаций подготовительных выработок в 2,1 раза и частоты внезапных выбросов в 3 раза.

Обоснован критерий степени влияния главенствующей трещиноватости породного массива на напряженно-деформированное состояние вмещающих пород для выбора способа активного управления горным давлением.

Разработаны научные принципы развития геометрических интегрированных систем технического планирования интенсификации горных работ, в которых объединены разноплановые горные работы с их материально-техническим и инвестиционным обеспечением в одну интегрированную систему планирования. Установлены закономерности и зависимости формирования параметров системы и ее функционирование при планировании развития горных работ и внедрении очистных высокомеханизированных комплексов нового технического уровня на шахтах Украины. Определены основные направления закономерностей изменения состояния углеродометанонасыщенной геологической среды при ее интенсивной нагрузке скоростью подвигания горных работ. В одну интеграционную модель объединены дегазационные процессы и скорость подвигания очистного забоя.

Выполнена оценка соответствия геометрических параметров и общего времени пути движения трудящихся и горноспасателей с теми возможностями средствами защиты для обеспечения коллективной безопасности людей на случай возникновения подземного пожара в горных выработках выемочного поля. В основе оценки эксплуатационного состояния выработок положены закономерности изменения напряженно-деформированного состояния массива вмещающих пород в зонах со сложным горным давлением – на сопряжении выемочных выработок, при замещении литологических разностей и влиянии геологических нарушений.

Под его руководством разработаны отраслевые стандарты на размещение камер-убежищ спасательных шахтных и общие технические требования к ним, а также правила применения газообразного азота для предупреждения и локализации подземных пожаров. В основе данных стандартов находится совокупность технических и организационных мероприятий, предназначенных для обеспечения коллективной безопасности трудящихся угольных шахт и горноспасателей во время подземного пожара или при наличии в подземной выработке непригодной для дыхания среды.

Интересным научным направлением является геомеханическое обоснование технологий проведения выработок большого сечения, обеспечивающих механизацию процессов отделения породы от массива, крепления кровли и забоя с использованием пневматических крепей при сооружении станций метрополитена в слабых породах (проф. В.И. Бузило).

На основе метода граничных элементов разработана математическая расчетно-теоретическая модель взаимодействия слабых пород с обделкой взаимодействующих выработок, позволяющих анализировать трехмерное напряженно-деформированное состояние геометрически сложной области породного массива, включающей забой средней выработки. В терминах метода граничных элементов сформулирована и решена плоская контактная задача геомеханики для системы «порода-обделка-временная пневмокрепь».

На основе решения контактной задачи геомеханики для системы «порода-обделка-временная пневмокрепь» установлена нелинейная зависимость отпора пневмокрепи усиления от показателей условий разработки, позволяющая определять предельно допустимую глубину, на которой при строительстве односводчатых станций метрополитена возможно использование механизированного агрегата с пневмокрепью.

Разработана и внедрена технология строительства трехсводчатых станций метрополитена в спондиловых глинах, которая предусматривает проведение средней выработки на полное сечение без пилот-тоннеля; крепление забоя многократно используемой анкерно-пневматической крепью; крепление кровли выработки пневмокрепью крепеукладчика; усиление боковых тоннелей временной передвижной пневмокрепью при проходке среднего тоннеля.

Достойным продолжением научного направления физико-химического закрепления горных пород является научное обоснование параметров струйной технологии закрепления дисперсных водонасыщенных пород при решении различных горнотехнических задач (проф. С.Ф. Власов).

В возглавляемой С.Ф. Власовым лаборатории «Специальных способов закрепления пород» подготовлено 5 кандидатов технических наук (С.В. Ткачук, С.Е. Тимченко, А.Б. Владыко, О.А. Устивицкий, Н.А. Максимова-Гуляева).

Актуальность научного направления обусловлена интенсификацией освоения подземного пространства крупных городов Украины и необходимостью ведения горных и строительных работ в слабых обводненных дисперсных породах.

Научная значимость результатов исследований состоит в:

– обобщении различных теорий турбулентных струй, что позволило применить константу турбулентности струи и значение толщины зоны смешения струй для разработки теории проникания струй;

– разработке теории проникания высоконапорной струи в дисперсные породы;

– использовании реологических моделей дисперсных пород для создания комплексной модели, которая описывает слабую дисперсную породу при проникании в нее высоконапорной струи;

– установлении закономерностей изменения прочности закрепленного элемента в зависимости от процентного содержания в нем закрепляющего раствора для связных и несвязных пород, что в свою очередь, позволило обосновать выбор рациональных параметров струйной технологии закрепления дисперсных пород, обеспечивающих повышение эффективности ведения горных работ.

– обосновании технологических параметров формирования противодиффузионных завес в слабых обводненных породах;

– определении рациональных параметров магнитной обработки цементных растворов, используемых в струйной технологии закрепления пород;

– обосновании способа повышения устойчивости оползнеопасных склонов с помощью струйного закрепления грунтов.

Практическая ценность полученных результатов состоит в разработке способов, средств и технологии струйного закрепления дисперсных пород при решении различных горнотехнических задач.

Одним из новых направлений, возглавляемых проф. С.Ф. Власовым является разработка информационной технологии регионального прогноза влияния функционирования и закрытия шахт Западного Донбасса на уровень эколого-экономических рисков.

Актуальность этого направления обусловлена экологическими проблемами, которые приобрели катастрофически масштабный характер для Донбасса и Львовско-Волинского бассейнов, где после закрытия около 100 шахт возникла проблема, связанная с подтоплением и заболачиванием территорий, расширением зон вытекания высокоминерализованных шахтных вод на поверхность, интенсивное выделение газа из горных пород, ухудшение свойств горных пород, грунтов и т.д.

Идеей данного научного направления является создание информационной технологии, позволяющей автоматизировать процесс контроля и управления эколого-экономическими рисками.

В процессе разработки данной технологии был получен алгоритм анализа и прогнозирования эколого-экономических рисков, включающий в себя алгоритм оценки рисков связанных с потерей плодородных земель вследствие проведения и завершения горнодобывающих работ и алгоритм оценки восстановительных мероприятий (рекультивационных работ), направленных на снижение указанных рисков. Также разработана структура программного комплекса, который позволяет провести исследование эколого-экономических рисков, как для отдельных шахт, так и для всего месторождения Западного Донбасса, и сформировать набор рекомендаций по их минимизации.

Новым научным направлением становится программное обеспечение проектирования технологических процессов горных работ (проф. В.И. Бондаренко, доц. В.В. Русских).

Для ведения горных работ техническими службами горных предприятий создается большое количество различной документации. Например, при добыче руд на каждый массовый взрыв составляется паспорт обуривания камеры и паспорт буровзрывных работ, ведется геологическая и маркшейдерская документация.

При разработке угольных месторождений разрабатываются паспорта на ведение очистных и подготовительных работ, планы ликвидации аварий, рассчитывается проветривание шахты.

В связи с изложенным, в штате каждого подразделения горного предприятия (маркшейдерский и геологический отделы, техническая служба, вентиляция и др.) инженеры занимаются рутинной работой, что на современном этапе компьютерных технологий может быть переведено на вычислительные машины.

Целью работы является разработка имитационных систем на базе современных языков программирования для составления технической документации, перспективного развития горных работ, уменьшения трудоемкости и повышения точности инженерных расчетов.

В процессе выполнения исследований на ЗАО «ЗЖРК» был разработан пакет программного обеспечения по моделированию технологических процессов добычи полезного ископаемого, который на сегодняшний день позволяет решать следующие основные задачи (рис. 7):

- ведение базы данных геологической информации;
- обработка маркшейдерских данных, построение имитационной модели горных выработок по данным теодолитных съемок как на планах и разрезах, так и в трехмерном отображении;
- текущее и перспективное планирование проведения горных работ;
- ведение графической документации;
- проектирование бурения скважин при различных горно-геологических и технологических параметрах;

Надбання наукових шкіл

- определение технологических параметров вееров и рядов эксплуатационных скважин и их графическое отображение;
- расчет расхода взрывчатых материалов, объема отбиваемой рудной массы, опасных зон по действию ударных воздушных волн и сейсмобезопасного расстояния для инженерных сооружений и подземных горных выработок, время проветривания рудника после массового взрыва;
- работа с системой AutoCAD;
- составление планов проведения горных работ, как для добычных участков, так и для всего шахтного поля в целом;
- отображение в трехмерном пространстве расположения горных выработок, геологических (рудного тела) и технологических (очистные камеры, массив закладки) контуров;
- взаимодействие трехмерных моделей с документацией по горным работам;
- автоматическое составление отчетов по полученным данным.

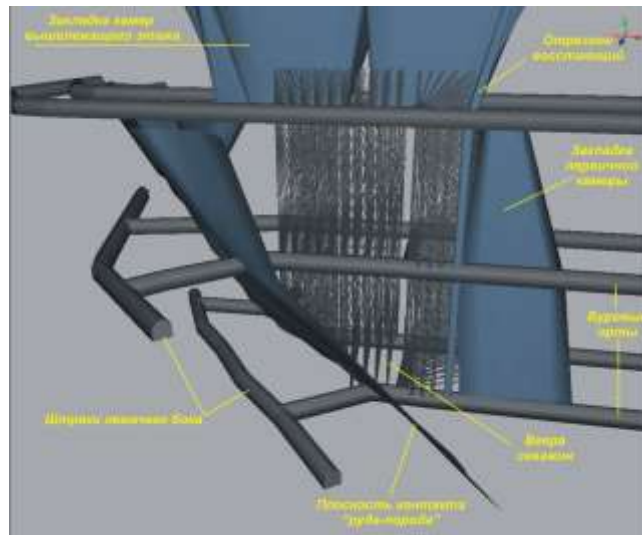


Рис. 7. Трехмерная модель камеры ЗАО «ЗЖРК» для проектирования очистных работ

В условиях ОАО «Павлоградуголь» был разработан пакет программного обеспечения для решения задач воздухораспределения шахт.

Программное обеспечение позволяет решать следующие задачи:

- оптимального распределения воздуха по подземным горным выработкам;
- перспективного развития горных работ в вопросах проветривания;
- устойчивости проветривания очистных и подготовительных выработок;
- расчета аварийных режимов проветривания;
- определения зоны загазирования вредными газами и времени их распространения по горным выработкам;
- поиска оптимальных параметров работы вентиляторов главного проветривания для снижения расхода электроэнергии;
- ведения отчетной документации участка вентиляции и других задач, связанных с проветриванием.

Научное направление по управлению вывалоопасными кровлями в очистных угольных забоях возглавляет проф. Ю.Б. Грядущий.

Идея состоит в покомпонентном учёте распределения факторов динамической и статической составляющей горного давления и оценке их удельного влияния в технологии управления кровлей в очистном забое.

Установлены закономерности вывалов кровли в очистном забое, заключающиеся в том, что вклад в формирование вывала вносят все слои кровли пропорционально их прочности и мощности и обратно пропорционально расстоянию от их центров тяжести до обнажения очистного забоя и разработке на этой основе количественного критерия устойчивости кровли, послужившем теоретической основой для разработки системы геомеханической оценки её устойчивости и новых принципов её повышения.

На основании спектрального анализа выделены шаги периодического обрушения слоёв кровли при движении очистного забоя. Установлено, что наиболее опасными обрушениями являются обрушения непосредственной кровли с естественным шагом 5 м и наложение обрушений второго слоя кровли и непосредственного слоя.

Также обоснована роль главного вклада в динамическую составляющую горного давления слоёв непосредственной кровли, ближайших к пласту. Решающее значение в этом вопросе играют не только структурное строение слоёв кровли, но и свойства составляющих их пород и, в частности, прочность. В общем случае вклад породного слоя в динамическую составляющую горного давления тем больше, чем больше его мощность, прочность слагающих пород и чем ближе слой расположен к обнажению очистного забоя. Установленная особенность была использована при разработке критерия устойчивости кровли.

Система геомеханической оценки широко применяется на шахтах украинского Донбасса при прогнозе вывалообразований в лавах и выборе и обосновании мероприятий по их предотвращению.

Научное направление совершенствования технологии подземной разработки железорудных месторождений продолжает докторант кафедры Хоменко О.Е.

Идея его научных исследований состоит в установлении взаимосвязи между технологическими параметрами камерных систем разработки и напряженно-деформированным состоянием массива охранного целика, обусловленным выработанным пространством шахты.

Основные результаты исследований:

- выявлены закономерности изменения напряженно-деформированного состояния массива охранного целика, расположенного в зоне разгрузки напряжений выработанным пространством шахты;

- выявлены закономерности разрушения массива горных пород вокруг выработанного пространства шахты;

- впервые разработана методика определения траектории заложения и способа крепления подготовительных выработок в массиве зоны разгрузки напряжений выработанным пространством шахты;

- усовершенствована методика определения технологических параметров камерных систем разработки для охранных целиков на шахтах Кривбасса;

- разработана технология проведения подготовительных работ в охранных целиках, которая позволяет учитывать влияние выработанного пространства шахты на способ крепления выработок;

- усовершенствована технология проведения очистных работ в охранных целиках по средствам учета места расположения очистных блоков в массиве зоны разгрузки напряжений выработанным пространством шахты.

Для решения поставленных задач использован комплексный метод исследования, который включал анализ научных и проектно-технических источников по вопросам залегания и разработки крутопадающих сближенных залежей, а также аналитическое и физическое моделирование и натурная апробация. Аналитические исследования

выполнялись с помощью термодинамического метода, лабораторные – методом эквивалентных материалов. Результаты исследований были проверены опытно-промышленными экспериментами в условиях действующей шахты Криворожского бассейна.

Добыча твердых полезных ископаемых (угля, железных, марганцевых, титановых, урановых руд и др.) демонстрирует высокую степень механизации, автоматизации, концентрации горных работ и интенсификации труда шахтеров. Сегодня современная высокопроизводительная техника вступает в противоречия с традиционными технологиями. В отдельных случаях снижается безопасность ведения горных работ и практически сводится к нулю резерв увеличения добычи.

Таким образом, можно смело говорить о наступлении в скором времени серьезных трудностей в подземной разработке твердых полезных ископаемых. Поэтому ученые, горные инженеры, технические работники должны направлять свои профессиональные знания на разработку принципиально новых технологий, таких как безлюдная выемка, извлечение полезного ископаемого без постоянного присутствия людей в очистных забоях, подземная газификация углей, подземное выщелачивание руд, роботизация производственных процессов и поточные технологии нового технического уровня.

В этой связи трудно переоценить значимость научных конференций, симпозиумов, форумов, научно-технических выставок, которые успешно проводились, проводятся и мы надеемся будут проводиться. Однако в век информационных технологий этого явно недостаточно. Для оперативного получения новых знаний, обмена опытом, координации и интеграции научных знаний необходим постоянно действующий, обновляемый источник информации, и таким источником стала информационная научно-практическая «Школа подземной разработки» (www.msu.org.ua). Эта Школа ежегодно проводит международные научно-практические конференции, в которых принимают участие ученые, проектировщики и инженерно-технические работники горнодобывающих предприятий.

Последние годы кафедра активно участвует в получении украинских и международных грантов. Докторант Дычковский Р.Е. в 2007 году прошел десятимесячную стажировку в Главном институте горного дела Польской академии наук как обладатель гранта «Фонда Вышеградской четверки».

В настоящее время проходят годовую стажировку в Краковской горно-металлургической академии (Польша) аспирант Сафонов П.А. и студент Резник Д.А.

В 2002-2005 гг. для Японской компании «Mitsui» был выполнен международный проект «Разработка технологических схем подземной газификации угля на месторождениях Украины, Австралии и Японии».

В этом году состоится третья «Школа подземной разработки-2009» с 13 по 19 сентября в АР Крым (пгт. Гаспра, санаторий «Парус»).

По результатам конференции издается сборник научных трудов.



С 2007 г. и по настоящее время выполняется международный проект «Водно-ориентированная подземная газификация угля для Европы», финансируемый Европейским Союзом. Проект посвящен весьма актуальной проблеме подземной газификации угольных месторождений. В этом проекте принимают участие Германия, Бельгия, Англия, Польша, Чехия.

Выполняемые научно-исследовательские работы и полученные результаты внедряются в учебный процесс, в которых принимают участие аспиранты и студенты старших курсов.

Время выдвигает более современные и высокие требования к подготовке горных инженеров.

На кафедре по специальности «Разработка месторождений полезных ископаемых» открыты специализации: «Подземная разработка пластовых месторождений», «Подземная разработка рудных месторождений», «Менеджмент в горном производстве», «Информационные технологии в горном производстве» и «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых с углубленным изучением английского языка».

Научная школа подземной разработки, получившая свое начало в 19 веке, успешно развивалась в 20 веке и является одной из ведущих в 21 веке.

Список литературы

1. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния мелкослоистого породного массива вокруг пластовой выработки / Бондаренко В.И., Ковалевская И.А., Симанович Г.А., Фомичев В.В. – Д.: Системные технологии, 2006. – Ч. I. – 172 с.
2. Прогноз перемещений контура пластовой выработки в слоистом массиве слабых пород / Бондаренко В.И., Ковалевская И.А., Ильяшов М.А., Симанович Г.А., Фомичев В.В. – Д.: Системные технологии, 2008. – 194 с.
3. Ковалевская И.А. Геомеханика взаимодействия элементов системы «горный массив-упрочненные породы-крепь подземных горных выработок». – Д.: РИК НГА Украины, 2003. – 235 с.
4. Монтаж и демонтаж очистных механизированных комплексов угольных шахт / Кузьменко А.М., Борзых А.Ф. Сафонов В.И. Рябичев В.Д. – Донецк: Норд-Пресс, 2008. – 266 с.