

А. Ф. БУЛАТ, академик НАН Украины  
директор ИГТМ НАН Украины

## Основные направления деятельности и разработки ИГТМ НАН Украины

Создание Института геотехнической механики Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины) было вызвано необходимостью ускоренного развития промышленной добычи железных и марганцевых руд в Приднепровском регионе, угля в Павлоградско-Петропавловском районе и увеличением глубины разработки Донецкого бассейна. Масштабное освоение этих месторождений выдвинуло задачи по разработке принципиально новых техники и технологии добычи полезных ископаемых и обеспечению безопасности работы горняков.

Постановлением Совета Министров УССР от 3 июля 1967 г. № 433 образован Институт геотехнической механики АН УССР, постановлением Президиума АН УССР от 6 июля 1967 г. академик АН УССР Н. С. Поляков назначен его директором. Поэтому 2012 г. для института юбилейный.

Основные разработки Института геотехнической механики им. Н. С. Полякова НАН Украины связаны с реализацией утвержденных Постановлением Президиума НАН Украины от 22 октября 2010 г. № 289 таких научных направлений:

- изучение свойств горных пород и массивов, их разрушение и управление напряженно-деформированным состоянием;

- научные основы горнотехнических процессов, техники и технологии добычи и переработки полезных ископаемых;

- физико-технические и геологические основы технологий добычи шахтного метана;

- исследование процессов и технологий энергопревращений угля и шахтного метана, параметров функционирования и структуры энергетических комплексов, энергосбережения и надежности горного производства.



Поиск перспективных точек приложения разработок института и выработка концепций позволили сформировать программы их реализации и предлагать их к практическому применению. К наиболее весомым разработкам за последние годы можно отнести следующие.

*Технология стратегического планирования развития горных работ* (далее – Технология) разработана совместно с Международного центра научной культуры «Всемирная лаборатория» – Украинским отделением научно-инженерного центра «Экология-Геос». Ее главное достоинство состоит в том, что впервые учитывается взаимное влияние более 30 горно-геологических, горнотехнических факторов и временного фактора на протекание геомеханических процессов при добыче угля и выборе наиболее эффективного и безопасного режима работы шахты. С помощью Технологии можно определить рациональные режимы любого технологического процесса, начиная от раскройки шахтного поля, нарезки лав, скорости подвигания очистного забоя и вплоть до полного завершения горных работ.

В основу Технологии положены установленные закономерности комплексного влияния основных технологических параметров отработки пологих угольных пластов на напряженно-деформирован-

ное состояние окружающего горного массива, современные представления о механизме сдвига слоистого разномодульного горного массива. Определены новые зависимости влияния условий нелинейного деформирования пластов пород на изменение во времени их интегральных деформационных характеристик над выработанным пространством и в массиве в зоне ведения горных работ с учетом основных геологических и горнотехнических факторов.

Наиболее широко Технология применена на шахтах ООО «ДТЭК Свердловантрацит». С ее помощью было решено более 100 горнотехнических проблем различного характера. Экономический эффект от применения рекомендаций и решений составил десятки миллионов гривен. На наш взгляд, созданная Технология должна стать основой при определении стратегического развития горных работ на всех угледобывающих предприятиях страны.

В конце 90-х годов прошлого века президент Национальной академии наук Украины Б. Е. Патон и Министр угольной промышленности Украины С. Б. Тулуб поручили ИГТМ как главному институту разработать технологию анкерного крепления горных выработок угольных шахт. Такая технология в то время успешно применялась на шахтах Англии и Германии, и получала все более широкое применение на шахтах России. Необходим был украинский вариант.

Отечественная технология опорно-анкерного крепления была создана и прошла полный нормативный цикл по разработке основ, нормативного и материального обеспечения и широкомасштабного внедрения на 38 шахтах (рис. 1). В 2009 г. Госгортехнадзор Украины утвердил и ввел в действие отраслевой стандарт на эту технологию. Опыт применения в 405 выработках разного назначения общей протяженностью более 450 км подтвердил ее высокую эффективность.

В результате была предложена концепция технологии опорно-анкерного крепления горных выработок для управления их устойчивостью с помощью породно-анкерных опор, сохраняющих массив в состоянии трехосного сжатия и формирующих в приконтурной области конструкцию из породно-анкерных элементов с высоким запасом прочности силовой и подпорной части перекрытия, опоры перекрытия, основы конструкции и защитных перемычек. Впервые установлены закономерности изменения геомеханических параметров, характеризующие напряженно-деформированное состояние трехосносжатых приконтурных пород с учетом пространственного расположения анкеров.

Сегодня ноу-хау технологии позволяет сооружение выработки практически с любым сроком службы (например, от 5 до 30 лет) и обеспечение ее устойчивости при различных технологических воздействиях. На шахте «Самарская» ежесуточная добыча

*а**б*

**Рис. 1.** Примеры применения технологии опорно-анкерного крепления горных выработок: *а* – состояние горных пород на окне лавы очистного забоя (шахта «Самарская» ПАО «Павлоградуголь»); *б* – состояние сборного штрека № 536 на линии очистного забоя (шахта «Терновская» ПАО «Павлоградуголь»).



Рис. 2. Реализация проекта по утилизации метана на ПАО «Шахтоуправление «Покровское».

угля из пласта мощностью до 1 м комплексом КД90 превышает 3300 т, ежемесячная – 100 тыс. т. За высокие трудовые достижения начальник участка в 2011 г. удостоен звания Герой Украины. Значительные успехи достигнуты на шахте «Павлоградская» с помощью комплекса «Ostroj» (он на порядок дороже КД90) и на шахте «Степная» струговым комплексом (значительно дороже, чем «Ostroj»). Результаты говорят о том, что уровень добычи в основном определяется устойчивостью выработок.

Экономический эффект от внедрения анкерного крепления составляет от 400 до 1300 грн на 1 м выработки. Безусловно, эта технология рекомендуется для более широкого ее внедрения.

Комплексная разработка угольных месторождений предполагает добычу и утилизацию метана. Многолетняя работа ИГТМ над таким проектом совместно с ПАО «Шахта им. А. Ф. Засядько», а также учеными и специалистами отечественных институтов и зарубежных компаний завершилась созданием самого мощного в Европе уникального энергетического комплекса по утилизации метана мощностью 36,2 МВт (см. с. 4 обложки). Из утилизированных около 300 м<sup>3</sup> шахтного метана уже выработано более 1 млрд кВт·ч электроэнергии и тепла.

При разработке проекта комплекса учтены полученные новые закономерности влияния напряженно-деформированного состояния углепородного массива на газопроницаемость пород кровли разрабатываемого пласта, характеризующие процессы истечения метана и определяющие параметры дегаза-

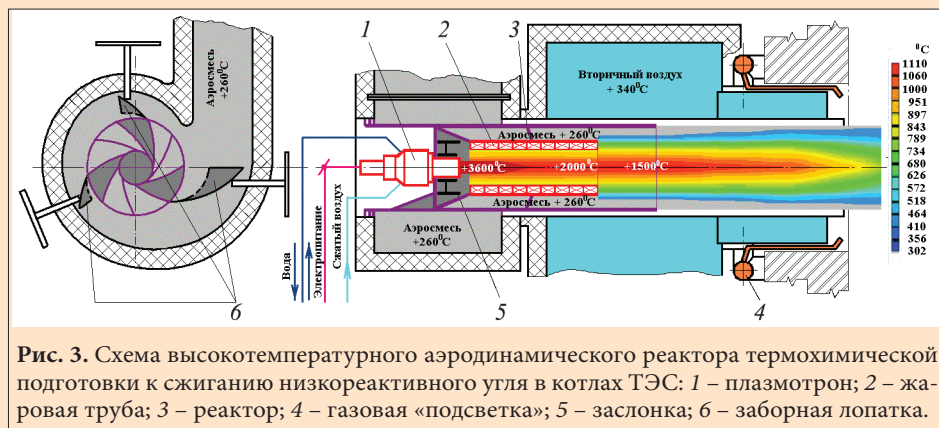
ции, что позволяет использовать метановоздушную смесь, извлекаемую различными способами дегазации и разной концентрацией метана, для выработки электроэнергии и тепла.

На основании успешных промышленных испытаний комплекса Донецкий областной совет утвердил программу «Утилизация шахтного метана на когенерационных установках», которая успешно выполняется. На ПАО «Шахтоуправление «Покровское» при технической и финансовой поддержке ПАО «Донецксталь – металлургический завод» реализован аналогичный проект по утилизации шахтного метана мощностью 18,2 МВт (рис. 2). Строится и вторая очередь мощностью 10,1 МВт. Результаты этой работы трудно переоценить, поскольку подтверждается целесообразность дальнейшей децентрализации большой энергетики. Эту концепцию институт предложил отрасли более 15 лет назад и пусть медленно, но она реализуется.

Обе разработки навсегда закрыли вопрос об экономической эффективности таких проектов. Себестоимость электроэнергии в 5 – 7 раз, а тепловой до 10 раз ниже коммунальных тарифов. Прибыль от их применения исчисляется многими десятками миллионов гривен.

Однако еще более эффективными могут быть теплоэнергетические комплексы модульного типа, работающие не только на метане, но и на метане и угле, или на метане и отходах угледобычи, или на метане и шламах. При этом метан предлагается использовать как «подсветку» (см. с. 2 обложки). Тех-





**Рис. 3.** Схема высокотемпературного аэродинамического реактора термохимической подготовки к сжиганию низкорективного угля в котлах ТЭС: 1 – плазмотрон; 2 – жаровая труба; 3 – реактор; 4 – газовая «подсветка»; 5 – заслонка; 6 – заборная лопатка.

нико-экономическое обоснование, выполненное институтом для шахт Львовско-Волынского угольного бассейна и для шахты «Кировская-Западная» показывает, что электроэнергия от такого комплекса в 3 – 4 раза, а тепло в 5 – 7 раз дешевле действующих тарифов.

Принципиальным является включение в структуру малых теплоэнергетических комплексов модульных блоков, с помощью которых реализуются принципы энерготехнологической переработки угля на месте его добычи с использованием собственных тепла и электроэнергии. Для бурых углей и углей с низкой степенью метаморфизма разработана технология переработки угля методом гидрогенизации. Использование тепловой энергии шахтного энергокомплекса для получения синтетического бензина, дизельного топлива, смазочных материалов, парафинов, воска и других материалов позволит значительно снизить энергетическую составляющую затрат на получение данной продукции. Для углей с высокой степенью метаморфизма целесообразно использовать технологию извлечения из них пиритной серы. Пиролизные газы, получаемые в результате паровоздушной обработки угля, перерабатываются в высоколиквидный товар – серную кислоту, а обессеренный уголь сжигается в топках шахтного энергокомплекса, не теряя своей теплотворной способности. Весьма перспективно включение в состав шахтного энергокомплекса модуля, реализующего теплоэнергоемкую технологию получения из низкосортного угля искусственного жидкого топлива, которое может заменить дорогостоящий кокс в доменном производстве.

Такие проекты можно рассматривать как наиболее перспективные прежде всего для решения энер-

гетических проблем Донецкой, Луганской и Волынской областей, а в дальнейшем и для других регионов, располагающих местным энергетическим сырьем.

Известно, что уголь из шахты сразу поступает на обогатительную фабрику, но при этом горная масса включает до 30 – 40 % труднообогатяемых мелких классов. В дальнейшем большая их часть поступает в шламохра-

нилища. Специалисты института решили проблему исключения попадания мелких фракций в дальнейший процесс обогащения. В начале технологического цикла обогащения на ЦОФ «Киевская» ПАО «Шахта им. А. Ф. Засядько» был установлен барабанный грохот, в который из шахты направлялся рядовой уголь (см. с. 3 обложки). В результате создана принципиально новая технология – *технология сухого предобогащения рядовых углей*. Технология позволяла сформировать машинные классы угля с высокоэффективным сухим отсевом мелких классов – 3 мм. Положительные результаты испытания дали возможность создать уникальные образцы обогатительной производительностью до 1000 т/ч с самым высоким уровнем выделения требуемых мелких классов.

В основу технологии положены разработанные методы исследования процесса циркуляционного грохочения мелких рядовых углей: математическая модель, описывающая циркуляционное движение материала в поле вибрационных и гидродинамических сил, учитывающая влияние на материал направленного потока жидкости; математическая модель двухфазного потока «жидкость – твердые частицы», движущегося по наклонной перфорированной плоскости, основанная на теории многоскоростного континуума движения многофазных сред, уравнения которой связывают характеристики потока с параметрами жидкой и твердой фаз, ситовой поверхности и начальными условиями.

Установлены закономерности циркуляционных движений дисперсных сред в камерах грохочения прямоугольного сечения, позволившие выбрать рациональные режимные и конструктивные параметры для аппаратов стесненно-циркуляционного гро-



хочения. На основании исследований обоснованы параметры и разработаны техника и технология обезвоживания минералов на основе сит динамически активных ленточных СДАЛ.

Для повышения эффективности технологий обогащения на стадии согласования находятся предложения института для второй технологической линии ЦОФ «Киевская» шахты им. А. Ф. Засядько, ПАО «ДТЭК Октябрьская ЦОФ», ПАО «ДТЭК Добропольская ЦОФ».

Созданную технику можно использовать для высокопроизводительной добычи и обогащения техногенных месторождений (шламохранилищ, отвалов, терриконов и т. п.). Широко применяются эти машины в технологиях переработки месторождений алмазо- и золотосодержащих материалов в России. Так, использование новой техники и технологии на предприятиях ЗАО «Управляющая компания «Петропавловск» Амурской области и Забайкалья, на алмазодобывающих предприятиях Якутии ОАО «Нижнеленское» позволило вдвое увеличить производительность промысловых комплексов.

Положительные результаты промышленного использования техники на золото- и алмазодобывающих предприятиях России дают возможность сделать вполне обоснованный вывод – в нашей стране также может быть реализована рентабельная добыча золота.

Несколько лет назад Президиум НАН Украины утвердил институту научное направление, связанное с созданием новых технологий в области энергетики. В последние годы ученые и специалисты ИГТМ разрабатывают *новую технологию сжигания низкосортных углей*, основанную на использовании высокотемпературного аэродинамического реактора, не имеющего аналогов в мировой практике (рис. 3).

Указанная технология внедрена на Приднепровской ТЭС. Разработанная математическая модель теплообмена и химических реакций в потоке воздуха с частичками угля, которые сгорают, впервые учитывающая полидисперсность аэросмеси и многоступенчатость высокотемпературного реактора, позволила определить рациональные параметры реактора и режимы его работы, которые обеспечивают высокоэффективное сжигание низкорационного угля с содержанием летучих менее чем 6 % без «подсвечивания» мазутом и газом в котлах теплоэлектростанций и работу котла с минимально возможными потерями теплоты за счет механического недожига. Впервые определено для многоступенчатого реактора нужное количество ступеней и затраты аэросмеси в каждой ступени, при которых достигается стабильность процесса термохимической подготовки перед сжиганием угля в котле ТЭС.

За время существования Института геотехнической механики им. Н. С. Полякова НАН Украины как научного учреждения НАН Украины было подготовлено 78 докторов и 435 кандидатов наук, которые работают и в институте, и в разных городах Украины, странах СНГ и дальнего зарубежья. Научные достижения института отмечены 11 Государственными премиями Украины в области науки и техники, шестью премиями НАН Украины им. А. Н. Динника, двумя премиями Российской академии наук им. А. А. Скочинского, премией НАН Украины им. В. И. Вернадского, премией НАН Украины им. С. П. Тимошенко, двумя премиями Президента Украины и двумя премиями НАН Украины для молодых ученых, международной наградой «Факел Бирмингема». В 2001 г. Организационный комитет «ЕС-XXI век» отметил институт медалью и дипломом в номинациях «Руководитель XX века» и «Предприятие XXI века».