

практических рекомендаций при разработке отделами ГП “ДонУГИ” технологических схем очистной выемки пологих пластов и схем механизированного крепления комбайновых лав, внедрены в ОАО “Краснодонуголь”, ОАО “Павлоградуголь”. Переданы Межотраслевому центру последипломного образования и кафедре “Охрана труда” ДонГТУ МОН Украины для использования в учебном процессе последипломной подготовки и повышения квалификации работников угольной промышленности и в учебном процессе подготовки студентов. Фактический экономический эффект от внедрения методик и рекомендаций составил 960 тыс. грн, ожидаемый экономический эффект составил более 11 млн. грн в год. “Методика проведения профессиональных тренингов по охране труда и оценки готовности руководителей участков работ угольных шахт к предупреждению аварийных ситуаций” утверждена на отраслевом уровне, внедрена в ГП “Свердловантрацит” с ожидаемым экономическим эффектом 9156,25 тыс. грн в год на одну шахту

Созданные ветеранами отдела научные основы управления динамическими проявлениями горного давления продолжают совершенствоваться. Идёт процесс внедрения полученных результатов в промышленность.

УДК 622.272.3.001.5

Отдел проблем разработки месторождений
на больших глубинах, зав. отделом,
академик НАН Украины А.Ф. Булат

ОТДЕЛ ПРОБЛЕМ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ: ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Надана хронологія роботи колективу відділу з моменту створення, охарактеризовані основні напрями його роботи та перспективи подальших досліджень. Основних напрямів роботи шість: наукові основи підтримки підготовчих і капітальних виробок, розробка нових технологій і елементів кріплення підготовчих і капітальних гірничих виробок з використанням нетрадиційних, ресурсозберігаючих та екологічно чистих матеріалів; нові технології дегазації вуглепородного масиву з використанням газозбірної виробки; наукові основи ультразвукової технології формування радіоційно-захистових покриттів; реструктуризація угольної промисловості на базі високоєфективних маневрових теплоенергетических комплексів (МТЭК), орієнтованих на комбіновану виробку тепла і електроенергії; розвиток теорії математичного моделювання процесів провітрювання вугільних шахт у нормальних та аварійних режимах. У подальшому ці дослідження будуть продовжені в напрямку вдосконалення систем дегазації вугільних шахт і використання техногенного метану.

DEPARTMENT OF PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF DEPOSITS ON LARGE DEPTHS: HISTORY OF CREATION AND DIRECTION ACTIVITY

Given chronology of work of collective of department from the moment of creation, described basic his work assignments and prospects of subsequent researches. Basic work assignments six: scientific bases of support of the preparatory and capital making, development of new technologies and elements of fastening of the preparatory and capital mountain making with the use of untraditional, resource – keep and ecologically clean materials; new technologies of degassing of coal - pedigree array with the use of the gas- collapsible making; scientific bases of ultrasonic technology

of forming of radiation -protection coverage; restructuring of coal industry on the base of high efficiency manoeuvre is warm power complexes (НЕРК), oriented to the combined making of heat and electric power; development of theory of mathematical design of processes of ventilation of coal mines in normal and malfunctions. In subsequent these researches will be continued in direction of perfection of the systems of degassing of coal mines and use of technogen methane.

При преобразовании Днепропетровского Филиала института механики в Институт геотехнической механики АН УССР Государственный комитет СМ СССР по науке и технике своим Постановлением № 41 от 15.06.1967 г. возложил на институт ответственность за решение проблем разработки месторождений полезных ископаемых на больших глубинах, за координацию, направления и уровень развития науки в стране в этой области, а также за практическое использование ее достижений.

Исследования по решению отдельных вопросов этой большой проблемы проводились в ряде научных отделов института, а работы по координации исследований в стране осуществлялись созданными в институте специальными комиссиями во главе с ведущими учеными. В результате, за первое десятилетие (1967-1977 гг.) были решены многие актуальные вопросы, усложнявшие добычу полезных ископаемых на больших глубинах. Это и борьба с внезапными выбросами пород, угля и газа, управление устойчивостью горных выработок, проветривание газообильных шахт, вопросы подъема, транспорта и др.

В этот же период в угольной промышленности Донбасса и горнорудной Кривбасса происходило наращивание объемов очистных работ за счет освоения более глубоких горизонтов. Перед горной наукой, помимо решаемых задач, возникала необходимость определения перспективных путей повышения эффективности и безопасности разработки месторождений в усложняющихся условиях.

Учитывая такое положение, Ученый совет института в декабре 1977 года принял решение о создании специального научного отдела проблем разработки месторождений на больших глубинах и определил ему задачи:

- определение основных направлений научно-исследовательских работ по проблеме разработки полезных ископаемых на больших глубинах;
- изыскание перспективных принципов и рациональных параметров основных технологических процессов эффективной и безопасной разработки месторождений полезных ископаемых на больших глубинах;
- разработка рекомендаций для представления в директивные органы по развитию научных работ по проблеме и использованию их результатов в народном хозяйстве.

Президиум Академии наук УССР поддержал предложение института и в мае 1978 года такой отдел был создан. Заведующим отделом утвердили д.т.н. Грецингера Б.Е. Комплектовался отдел специалистами упраздненного отдела управления горнотехническими процессами и научной группы отдела аэрогазодинамики.

Первыми сотрудниками отдела стали: кандидаты технических наук Боровский А.В., Волков В.И., Шинковский В.А., Шишацкий А.Г.; младшие научные

сотрудники Галатова С.В., Гринев В.М., Полежай В.М.; инженеры Андрейченко Т.А., Диденко Н.В., Ладычук Ю.И., Миронов С.И., Старцев А.И., Черкасова А.Б.; техники Минаев Б.А., Шашевская Л.М. В отделе были развернуты исследования по современному состоянию и определению перспективных путей повышения эффективности и безопасности разработки месторождений полезных ископаемых на больших глубинах, а также продолжались исследования по работам, перешедшим из отдела аэрогазотермодинамики (по пылеподавлению и по применению нетрадиционной технологии разработки угольных пластов). Основной задачей отдела на тот период было изучение влияния горно-геологических и технологических факторов на эффективность работы рудников и шахт Кривбасса. В результате проведенных исследований разработан и передан техуправлению МЧМ УССР метод определения эффективности работы горнорудных предприятий, учитывающий приведенные затраты и ущерб от потерь и разубоживания руды.

В 1980-1983 гг. отдел пополнился кандидатами технических наук Каленченко А.Н. и Сапуновой И.А., а также инженерами Алферовым О.А., Андреевым А.А., Левиным А.Д., Гречко Н.В., Гусак С.М. Это привело к расширению тематики исследований и объемов внедрения их результатов. Для рудных шахт велись исследования по применению прогрессивного управляемого торцевого выпуска руды. Были разработаны расчетные схемы по определению усилий перемещения щита под обрушенными породами с учетом влияния высоты подэтажа, а также схемы отбойки основной массы руды в блоке на компенсационное пространство и в зажатой среде. Для угольных шахт были развернуты большие работы по изысканию новых технических решений и методов определения рациональных параметров технологических схем разработки угольных пластов, залегающих в сложных горно-геологических условиях больших глубин и определения горнотехнических факторов, оказывающих влияние на выбор основных проектных решений.

Расширены исследования по применению нетрадиционной технологии разработки угольных пластов с предварительным микробиологическим их разупрочнением, по управлению газообильностью горных выработок, по разработке способов борьбы с пылью и улучшению состояния окружающей среды. Группой сотрудников во главе с Волковым В.И. и Сапуновой И.А. была проведена колоссальная работа по сбору информации и статистическому анализу основных горно-геологических факторов, оказывающих влияние на эффективность разработки пологих, наклонных и крутых угольных пластов Донбасса, по разработке перспективных для глубоких горизонтов вариантов технологических схем разработки и составлению экономико-математической модели их реализации. Определены рациональные параметры элементов технологических схем разработки угольных пластов на глубинах 1000 м и более, обеспечивающие получение технико-экономических показателей не ниже уровня, достигнутого в условиях неглубоких шахт. Получены основные технико-технологические решения, перспективные для типичных горно-геологических условий залегания угольных пластов на больших глубинах Донбасса, включающие схемы вскры-

тия, системы разработки, требования к средствам механизации очистных работ и проведения горных выработок, предложения по проветриванию шахт и кондиционированию шахтного воздуха, а также по применению эффективных способов и средств борьбы с пылью. По некоторым результатам этой большой работы был разработан «Альбом схем вскрытия, подготовки и систем разработки пологих пластов Донбасса на больших глубинах, с расположением выработок в разгруженных зонах», утвержденный Минуглепромом СССР, и выпущенный как директивный документ. Отдельные материалы были опубликованы в отраслевых журналах «Уголь Украины» и «Уголь».

Вторая большая исследовательская работа по проблеме была направлена на разработку основ нетрадиционной технологии добычи угля предварительно разупрочненных пластов. Предложена гипотеза о возможности осуществления управляемого процесса газодинамического диспергирования угля посредством предварительного газонасыщения угольного пласта с последующим инициированием на его забое газодинамических импульсов.

Положительный опыт применения бактериально-химических способов добычи редких и цветных металлов был принят за основу при изучении возможности его использования для разупрочнения угольного массива. В качестве разрушающего инструмента исследовался микробиологический и биохимический механизм деструкции угля. В результате исследований, проведенных с участием ученых Института минеральных ресурсов Мингео СССР (г. Симферополь) и Института микробиологии и вирусологии АН УССР (г. Киев) были выбраны и наработаны типы бактерий в увязке с микробиологической средой, способные деструктировать углепородный массив. Проверка метода в промышленных условиях показала, что угольный пласт достаточно эффективно разупрочняется и переходит в транспортабельное состояние. В результате были определены пути реализации этого нетрадиционного способа разрушения угольного массива и разработан ряд технологических схем в увязке с конкретными горно-геологическими условиями залегания угольных пластов и применяющейся технологией их разработки. Работа выполнялась зав. отделом д.т.н. Грецингером Б.Е., к.т.н. Шинковским В.А. и аспирантом Петухом А.П. Петух А.П., используя отдельные проработки по микробиологическому окислению метана, обосновал возможность повышения нагрузки на очистной забой, подготовил и в 1982 году защитил кандидатскую диссертацию.

Продолжались ранее выполнявшиеся работы по аэрогазодинамике в направлении поиска путей управления газообильностью горных выработок глубоких шахт, изучения аэрогазодинамических процессов в пределах выемочного участка и непосредственно очистного забоя. Исследования велись группой сотрудников во главе с к.т.н. Боровским А.В. и Волковым В.И. На основе обобщенных и проанализированных горно-геологических и горнотехнических данных, результатов экспериментальных исследований, проведенных на нескольких участках глубоких шахт, был установлен диапазон варьирования интенсивности газовыделения из всех источников поступления и доленое участие каждого из них в газовом балансе. Эти результаты позволили эксплуатационникам

определять меры борьбы с метаном с целью повышения нагрузки на очистной забой, исходя из условий безопасности ведения горных работ. В качестве одного из методов снижения газоотдачи из угольного пласта был предложен и апробирован метод консервации метана путем нагнетания в пласт раствора жидкого стекла. Проведен комплекс исследований аэрогазодинамики очистного забоя при безлюдной выемке угля из тонких пластов крутого падения.

По отдельным материалам исследований и разработок по совершенствованию систем подготовки крутых угольных пластов Донбасса, склонных к газодинамическим проявлениям, младший научный сотрудник отдела Кухарев Е.В. подготовил и в 1983 году защитил кандидатскую диссертацию.

В отделе также велась крупная исследовательская работа по развитию и разработке способов борьбы с пылью и улучшению состояния окружающей среды при различных технологических процессах горного производства (к.т.н. Шинковский В.А., Шишацкий А.Г., инженер Андреев А.А., инженер-химик Гринев В.М.). В результате, до промышленного применения были доведены два метода пылеподавления – пенный и конденсационный. Первый для применения в угольных шахтах, а второй – на предприятиях рудных и нерудных месторождений, а также на погрузочных и перегрузочных узлах транспортных систем, в частности, при загрузке сыпучих материалов в трюмы морских судов. Для пылеподавления в угольных шахтах были исследованы физико-химические свойства и выбраны составы нетоксичных пенообразователей, разработаны конструкции пеногенераторов, обеспечивающих эффективное пылеподавление при работе выемочных машин и в перегрузочных транспортных узлах. Исследования по разработке нетоксичных пенообразователей проводились совместно с Институтом коллоидной химии и химии воды АН УССР. Один из исполнителей этих работ, инженер-химик Гринев В.М, с использованием полученных результатов подготовил и в 1983 году защитил кандидатскую диссертацию.

Для конденсационного метода пылеподавления, в результате исследований, были разработаны математические модели динамики эжектируемых струй пылевых частиц и их улавливания каплями факела орошения, установлена возможность интенсификации этого процесса за счет создания условий конденсации пара на каплях факела орошения. Разработан способ пылеподавления, заключающийся в струйной подаче насыщенного пара в зону дробления горной массы дробилкой. Эта работа проводилась совместно с конструкторским отделом СКТБ института, руководимым к.т.н. Чемерисом И.Ф. Была разработана система пылеподавления с автономным электрическим парогенератором. Изготовление оборудования по пылеподавлению осуществлялось на опытном производстве института. Метод и установки пылеподавления в количестве более 100 комплектов внедрены на предприятиях «Укрнерудпрома», треста «Хмельницкдорстрой-материалы» и цементных заводах Украины, РСФСР, Молдавской ССР, Таджикской ССР, Узбекской ССР и др.

Разработан также способ и устройство для обеспыливания при бурении взрывных скважин на карьерах. Использование разработанных способов и систем пылеподавления в промышленности позволяло значительно улучшать са-

нитарно-гигиенические и безопасные условия труда горнорабочих. По материалам этой большой работы сотрудниками отдела опубликован ряд статей в отраслевых журналах и научных сборниках института, получено более 10 авторских свидетельств на изобретения, а инженер Андреев А.А. подготовил и в 1991 году защитил кандидатскую диссертацию.

Во второй половине 1990-го года в структуре отдела проблем разработки месторождений на больших глубинах и в его руководстве произошли изменения. Отделу была передана структурная лаборатория «Проблем разработки угля в сложных горно-геологических условиях», входившая в состав отдела механики горных пород и возглавляемая д-р техн. наук Булатом А.Ф. Постановлением Президиума Академии наук УССР от 03.10.1990 г. заведывание реорганизованным отделом возложено на д.т.н. (ныне академика НАН Украины) Булата А.Ф., а д-р техн. наук Грегингера Б.Е. избрали на должность главного научного сотрудника. Значительно увеличилась общая численность отдела и количество сотрудников с учеными степенями. В отдел переведены кандидаты наук Курносов А.Т., Репка В.В., Вакарчук С.Б., Ляшенко Е.И, Андреев С.Ю., Хохолев В.К. Заместителем заведующего отделом был назначен к.т.н. Курносов А.Т. Серьезным образом расширилась также направленность научной деятельности отдела. После проведенной реорганизации было усилено направление по разработке перспективных способов и средств управления горным давлением.

В 1992-1993 гг. в отделе была открыта госбюджетная тема № 05.41.02 «Системы и технологии управления состоянием предельно-напряженных и выбросоопасных горных пород на основе использования внутренней энергии массива». Полученные результаты показали важность развития этого направления для науки и практики. По инициативе и под руководством доктора технических наук А.Ф. Булата был существенно расширен круг участников совершенствования этого направления из числа других отделов института. Установлено также творческое сотрудничество с институтами математики, физико-органической химии, Карпатского отделения института геофизики Академии УССР, Донецкого государственного института КПИ, Рейнско-Вестфальским политехническим институтом (г. Аахен, ФРГ) и др.

В результате проведенных теоретических исследований и экспериментальной проверки были установлены закономерности протекания геомеханических процессов в угольном пласте при формировании зон повышенных напряжений и снижения уровня их концентрации под влиянием малоэнергоемких воздействий, приводящих к активизации процесса разрушения призабойной части очистного забоя за счет энергии упругих деформаций, накопленных массивом. Разработаны способы воздействия на зоны повышенных напряжений, получившие одобрение Центральной комиссии по внезапным выбросам угля, породы и газа и прошедшие промышленную проверку на крутых угольных пластах всех трех производственных объединений центрального района Донбасса. Использование разработок обеспечило повышение нагрузки на очистной забой за счет снятия ограничений по фактору горного давления и выбросоопасности пласта. Результаты этих исследований вошли в «Инструкцию по управлению горным давле-

нием в очистных и подготовительных выработках при разработке угольных пластов с углами падения свыше 35° », утвержденную Минуглепромом УССР и используемую на шахтах с крутым и крутонаклонным залеганием пластов.

В дальнейшем расширились объекты и объемы исследования характера проявлений напряженно-деформированного состояния массива горных пород в зонах тектонических нарушений при ведении очистных работ щитовыми агрегатами АЦМ, АЦ, АНЦ. В результате были разработаны научно-технические принципы и обоснованы методы управления состоянием угольных пластов путем малоэнергетических воздействий. Разработана математическая модель для оценки свойств и состояния призабойной части угольного пласта, учитывающая горно-геологические и горнотехнические факторы. В результате этой большой комплексной работы были выявлены закономерности разрушения предельно напряженных горных пород при слабых воздействиях, которые в 1992 г. были признаны открытием (диплом № 1). Среди авторов открытия заведующий отделом, доктор технических наук А.Ф. Булат. Кроме того, была выявлена закономерность разрушения горных пород в приконтурной области выработки, которая в 1996 г. была признана открытием (диплом № 43). Среди авторов открытия заместитель заведующего отделом, кандидат технических наук А.Т. Курносов. В 1992 г. за комплекс работ по управлению освобождением энергии горных пород при разработке полезных ископаемых была присуждена премия Академии наук Украины им. А.Н. Динника. В числе авторов работы заведующий отделом, доктор технических наук А.Ф. Булат. По данному направлению опубликовано 2 монографии, авторами которых являются А.Ф. Булат и А.Т. Курносов.

Наряду с исследованиями по управлению состоянием горного массива с 1992 г. в отделе получают развитие работы, направленные на комплексное использование сырья. С этой целью при отделе создается структурная лаборатория «Физико-химических и биотехнологических методов управления состоянием горного массива и комплексного использования сырья» во главе с доктором технических наук Репкой В.В. В лабораторию вошли кандидаты технических наук Шинковский В.А., Андреев С.Ю., Бондарева С.В., Кухаренко В.П., инженеры Диденко А.Т. и Рыжов Г.А. Этим коллективом уже в 1999 г. была разработана математическая модель взаимосвязи набухания, усадки и пластификации угля при физико-химических воздействиях. Разработан и внедрен на шахтах новый способ предотвращения выбросов угля и газа при вскрытии крутых пластов.

Использование явлений физико-химической механики позволило приступить к созданию нетрадиционных технологий добычи угля. Были разработаны принципы управления состоянием угленосного массива посредством текучих реагентов. С целью определения параметров воздействия на пласт совместно с сотрудниками других подразделений института был спроектирован экспериментальный участок на шахте «Северная» ПО «Дзержинскуголь», горизонт 940 м. Проведенная обработка пласта физико-химическими растворами и гидроимпульсными воздействиями показала, что в результате фазовых изменений и

структурно-поровых преобразований прочностные и деформационные свойства угля изменяются более чем на 23 %. Это направление получило дальнейшее развитие при разработке мероприятий, направленных на борьбу с внезапными выбросами угля и газа.

С 2001 года, с приходом в отдел научного сотрудника В.Я. Осеннего, положено начало проведению комплексных исследований горных пород на разных энергетических уровнях с применением оптической и электронной микроскопии, а также физико-химических исследований на основе термогравиметрии и рентгеноструктурного анализа. Многолетний опыт работы В.Я. Осеннего в области плазменного разрушения крепких руд в Кривбассе позволил ему, в рамках международного обмена, наладить контакты с Европейским союзом высоких температур обработки материалов и многие годы сотрудничать с видными учеными России и Франции: доктором технических наук, профессором С.В. Дресвиным (кафедра электротехники и электротехнологии Санкт-Петербургского государственного политехнического университета), профессором Ж. Амуру, заведующим инженерной лабораторией процессов плазмы и поверхностных обработок университета им. Пьера и Марии Кюри, Высшей национальной школы химии в Париже, профессором Р. Фоше, заведующим факультетом естественных наук НКПиПО «Наука о керамических процессах и поверхностных обработках» Лиможского университета. Благодаря этому сотрудничеству работы института и отдела прошли апробацию на трех Европейских конференциях «Progress in Plasma Thermal Processing of Materials» в Санкт-Петербурге и Страсбурге. Научные труды по исследованию плазменных процессов в горных породах и сверхтвердых материалах опубликованы в США, Франции, Норвегии, Болгарии.

С 1999 г. по 2003 г. в рамках выполнения бюджетной тематики разработан методический подход к реструктуризации предприятий Минуглепрома в энергокомплексы с глубокой термообработкой низкосортных углей с получением синтетического жидкого топлива или синтезгазов. По результатам экспериментов ожижения углей получена жидкая фракция – продукт гидрогенизации, которая после очистки является аналогом высокооктанового бензина А-98. Подобный эксперимент проведен в Украине впервые. В рамках этой работы осуществлены теоретические исследования процессов термодеструкции углей, выявлены зависимости выхода продуктов реакции от параметров процесса, разработана экономико-математическая модель создания теплоэнергокомплексов и сопутствующих производств: газификации, гидрогенизации, производства электроэнергии и стройматериалов. В работе активное участие принимали: отв. исп. к.т.н. А.Т. Курносов, к.т.н. С.Ю. Андреев, к.т.н. В.Л. Приходченко, инж. Н.В. Коваль и др. Данное направление получило продолжение при разработке способов термопереработки шламов и низкосортных углей (2007-2010 гг.).

Теоретическими и лабораторными экспериментами доказана эффективность энерготехнологического принципа переработки углепородных смесей в едином энергокомплексе с получением энергетических газов и сырья для строительной отрасли. Способ термопереработки запатентован (пат. Украины

№ 56306). Впервые показано, что при термопереработке угольных шламов выделяются достаточные объемы газа с высокой теплотой сгорания (18-24 МДж/м³), а вторичное использование твердого остатка возможно в различных стройматериалах. В работе активное участие принимали А.Т. Курносов, В.Л. Приходченко, Е.А. Слащева, В.Я. Осенний, В.С. Возиянов, Э.С. Ключев. Разработанный способ термопереработки углепородных отходов позволяет ликвидировать шламохранилища, улучшить экологию региона, снизить загрязнение атмосферы, почвы и водных объектов, повысить энергопотенциал региона, качество жизни и эффективность работы предприятий за счет создания новых производств и рабочих мест. Ожидаемый экономический эффект от внедрения данных разработок составляет более 3 млн. грн/год.

Широкомасштабное развитие исследовательских работ в отделе в направлении решения новых задач, связанных с оценкой геомеханического состояния массива, контроля свойств пород, прогнозирования проявления горного давления и др. привело к созданию новой аппаратуры геофизического контроля, имеющей неоспоримые преимущества перед другими приборами: аппаратура «Импульс», прибор виброакустического контроля анкерной крепи ПВК, измерительные системы контроля анкерной крепи. Результатом выполнения этих работ явились две монографии, авторами которых являются: А.Ф. Булат, А.Т. Курносов, В.К. Хохолев. На материалах исследовательских работ по созданию средств и способов диагностики защищены кандидатские диссертации В.К. Хохолева, В.Л. Приходченко, С.А. Курносова, Ю.Н. Пилипенко.

Важным шагом в развитии отделов института, явилось определение приоритетных направлений фундаментальных исследований. Для отдела проблем разработки месторождений на больших глубинах сформулировано шесть направлений научной деятельности, которые успешно развиваются и подкреплены бюджетным и хоздоговорным финансированием. Научным руководителем направлений является А.Ф. Булат.

1 направление исследований – научные основы поддержания подготовительных и капитальных выработок в сложных горно-геологических условиях обводненного газонасыщенного массива горных пород и больших глубин разработки (более 1000 м).

Необходимость данного направления исследований вызвана тем, что на шахтах Украины более 70 % выработок находятся в условиях неустойчивых пород и больших глубин разработки. В качестве основных средств поддержания используются металлоемкие дорогостоящие рамные крепи из спецпрофиля СВП, несущая способность которых исчерпала свои возможности. По этой причине более 30 % выработок ежегодно перекрепляется, что приводит к удорожанию себестоимости угля минимум на 25 %.

С целью методического и технического обеспечения Стратегии развития топливно-энергетического комплекса Украины до 2030 года и Программы «Украинский уголь», утвержденной постановлением Кабинета Министров Украины № 438 от 30.03.2002 г., отделом проведены фундаментальные исследования по установлению закономерностей изменения напряжено-деформированного

состояния обводненного газонасыщенного породного массива на больших глубинах под влиянием очистных работ, разработан ряд методических, технологических и технических рекомендаций по безопасному и эффективному поддержанию подготовительных и капитальных выработок в сложных горно-геологических условиях.

1.1. Впервые предложена математическая модель, позволяющая на основе расчета возможных направлений площадок скольжения и разрыва связей в элементах модели определять ориентацию систем доминирующей техногенной трещиноватости с учетом естественных структурных дефектов, слоистости, изменения прочностных свойств пород, влияния очистных работ и тектонических напряжений. На основе данной модели создан новый программный комплекс компьютерного моделирования и визуализации деформаций и напряжений в массиве горных пород, который был широко апробирован в лабораторных и шахтных условиях. Он существенно отличается от известных возможностью определения систем техногенных магистральных трещин, точностью получаемых результатов, максимальной автоматизацией ввода и обработки информации. Алгоритмы и аналитические решения вошли составной частью в методики комплексного контроля состояния флюидонасыщенного массива, основанные на совмещении аналитических и экспериментальных методов определения параметров процессов формирования горного давления. В результате были определены рациональные технологические и технические параметры способов и средств комбинированного поддержания штреков, даны рекомендации по их эффективному поддержанию. Фактический экономический эффект от внедрения данных разработок составил 964 тыс. грн.

1.2. В условиях неустойчивых пород и больших глубин разработки отжим угля и вмещающих пород со стороны боков достигает таких размеров, что теряется опора кровли и она разрушается, а поднятие почвы (особенно, в условиях увлажнения) достигает 2,6-2,8 м при высоте выработки 3,8 м.

Основным назначением анкерных систем, устанавливаемых в бока и почву горных выработок, является повышение их устойчивости за счет создания опор и основания для породно-анкерного перекрытия в породе. К средствам крепления боков и почвы пластовых выработок предъявляются серьезные требования: свободно разрушаться режущим органом комбайна при концевых операциях на сопряжении лавы со штреком, а также не препятствовать подрывке почвы, обладать высокой прочностью на растяжение, но незначительным сопротивлением на срез. Таким условиям соответствуют одноосно-армированные стеклопластики в виде стержней или труб.

На базе разработанной типизации условий поддержания боков и почвы анкерными системами обоснованы параметры и паспорта крепления боков и почвы для различных горно-геологических условий шахт Украины, разработаны научно-технические принципы обеспечения устойчивости и контроля качества анкерного крепления.

Опытно-промышленные испытания крепления почвы выработки анкерами стеклопластиковыми армированными трубчатыми (АСАТ) при комбинирован-

ном рамно-анкерном поддержании штреков проведены в сложных горно-геологических условиях шахты им. А.Ф. Засядько. Фактором экономической эффективности послужило снижение издержек на подрывку пород почвы. В результате опытно-промышленных испытаний смещения пород почвы снизились в среднем на 49 % и не превысили допустимую величину. Ожидаемый экономический эффект от внедрения данной разработки достигает 3,7 млн. грн. на одну лаву. Фактический экономический эффект от применения данной технологии крепления почвы на экспериментальном участке составил более 130 тыс. грн..

1.3. По причине низкой несущей способности анкеров при комбинированном рамно-анкерном поддержании выработок в неустойчивых породах смещения кровли штреков превышают 400-500 мм, а арочная крепь работает в режиме жесткого деформирования. В отделе совместно с инженерно-техническим персоналом шахты им. А.Ф. Засядько на основе установленных закономерностей работы рамно-анкерного крепления в весьма неустойчивых породах разработаны принципиально новые способы крепления кровли выработок, которые базируются на повышении несущей способности анкерных систем нового технического уровня за счет управляемого изменения профиля стенок шпуров при анкерировании. Разработаны методические рекомендации, которые устанавливают параметры нарезки профиля стенок шпуров для сталеполлимерных анкеров, обеспечивающих повышение несущей способности анкерного крепления подготовительных выработок в неустойчивых вмещающих породах на основе методов аналитической механики и моделирования динамических процессов в детерминировано-хаотических системах. Параметры данной технологии, новые способы и оснастка профилирования шпуров защищены тремя патентами.

Новые способы рамно-анкерного крепления кровли выработок успешно прошли промышленные испытания на шахте им. А.Ф. Засядько при отработке 2-ой и 3-ей западных лав пласта l_4 . Смещение кровли снизилось на 42-45%, а нагрузка на очистной забой по газовому фактору повысилась на 13,6 %. Фактический экономический эффект от внедрения разработок составил около 2,3 млн. грн. Объем поддержания выработок с применением рамно-анкерного крепления на шахте им. А.Ф. Засядько превысил 27 км, из которых больше половины пройдены в неустойчивых породах и поддерживаются с использованием анкеров, закрепленных новыми способами. Исследования и разработки по данному направлению осуществлялись кандидатами технических наук А.Т. Курносковым, С.А. Курносковым, И.Н. Слащевым, а также инженерно-техническими работниками шахты им. А.Ф. Засядько.

II направление исследований – разработка новых технологий и элементов крепления подготовительных и капитальных горных выработок с использованием нетрадиционных, ресурсосберегающих, высоконадежных и экологически чистых материалов.

В целом на угольных предприятиях страны ежегодно расходуется свыше 5 млн. м³ остродефицитного леса, который как крепь подвергается гниению и имеет низкую несущую способность. Железобетонные изделия дорогостоящи,

тяжелы, неподатливы, легко разрушаются при возведении, металлические – быстро корродируют, имеют низкую несущую способность. Все эти проблемы решаются при применении композитов конструкционного назначения из стеклопластика. Стекловолокна обеспечивают изделию прочность и жесткость, а связующее придает ему монолитность, способствует эффективному перераспределению усилий между волокнами, защищает от химических и других воздействий.

Фундаментальные исследования и разработки по применению композиционных материалов в горном деле выполнялись в течение ряда лет по приоритетному направлению развития науки и техники «Новые технологии и ресурсосберегающие технологии в энергетике, промышленности и агропромышленном комплексе».

2.1. Одним из важнейших элементов крепления подготовительных и капитальных горных выработок является затяжка. В настоящее время в качестве материалов затяжки используется свыше 60 % древесины (доски, распилы, кругляки), около 20 % – бетонные и железобетонные изделия и 10 % – металл (решетка, сетка, листы).

Одним из разработанных элементов крепления выработок является стеклопластиковая затяжка, предназначенная для крепления в качестве ограждающей конструкции в сочетании с различными видами крепи для повышения устойчивости кровли и боков выработок и предохранения от вывалов породы. На базе теоретических исследований установлены закономерности изменения несущей способности затяжек в зависимости от ее формы, типа стекловолокна, связующего, способа и технологии их изготовления, технических и технологических параметров, разработано и утверждено Техуправлением Минуглепрома Украины ТЗ на затяжку. Экспериментальные образцы изготовлены на предприятиях Павлоградского механического завода (ПМЗ) и опытного производства Института механики НАН Украины (г. Киев). Лабораторные испытания проведены на стендах ПМЗ, СКТБ Института механики НАН Украины, НИИСПИ (г. Днепропетровск), Марганецкого ГОКа (г. Марганец). Новизна разработок защищена двумя патентами. К промышленным испытаниям предложено 4 модификации гофрированных стеклопластиковых затяжек, армированных металлическими полосами и деревянными брусками. Затяжки прошли испытание на пожароопасность и содержание токсичных газообразных продуктов в НИИГД и на общую безопасность в МакНИИ. В соответствии с распоряжением Минуглепрома Украины шахтные испытания затяжек прошли на шахтах четырех объединений: «Добропольеуголь», «Укрзападуголь», «Донбассантрацит», «Ровенькиантрацит». По данным исследований разработаны технические условия на применение затяжек в горных выработках ТУУ 88311.002-96. Ожидаемый экономический эффект от использования затяжек из пластиковых материалов составляет более 6,2 млн. грн. Эффект достигается за счет снижения трудоемкости монтажа затяжки и их повторного использования.

2.2. В отделе разработаны конструкции анкеров АСАТ (анкер стеклопластиковый армированный трубчатый). Разработки защищены двумя патентами.

Анкерная крепь из композитных материалов представляет собой специально изготовленную и возведенную систему анкеров, установленных и закрепленных в приконтурной зоне боков и почвы выработки.

Опытно-промышленные партии АСАТ успешно прошли испытания в лабораторных и промышленных условиях на шахтах «Алмазная» ГКХ «Добропольеуголь», «Павлоградская» ГКХ «Павлоградуголь», «Бужанская» ГКХ «Укрзападуголь» и им. А.Ф. Засядько в соответствии с разработанной и утвержденной методикой приемочных испытаний. По результатам научных исследований и промышленных испытаний разработаны технические условия на анкер АСАТ – ТУ 10.1-054 11 357-004-2000.

2.3. Разработка и опытно-промышленная проверка средств и способов управления горным давлением в очистных выработках на базе стоек повышенной несущей способности из тростникового материала.

Основным направлением создания индивидуальных и костровых стоек при креплении очистных забоев и сопряжений с подготовительной выработкой, заменителей древесины и металла является выбор материала широко распространенного в Украине, отвечающего требованиям простой технологической переработки, заданной конструкционной прочности и относительно невысокой стоимости. Таким требованиям, как показали исследования, является тростник обыкновенный, ежегодно произрастающий на огромных территориях Украины в поймах рек, бесплодно сжигаемый или сгнивающий на дне рек и озер, нанося экологический вред живой природе. В отделе разработана и запатентована стойка шахтной крепи на основе тростника как наполнителя и связующего – бакелитового лака ЛБС-1.

Важная роль в создании прочной конструкции принадлежит связующему, которое должно удовлетворять следующим требованиям: хорошая смачивающая способность и адгезия к наполнителю; усадка при отверждении в пределах, не вызывающих микротрещин; устойчивость вязкостных свойств в течение длительного времени; быстрое отверждение без выделения летучих веществ; соответствие санитарным нормам применения в подземных условиях.

Опытно-промышленная партия стоек из тростниковых материалов квадратного сечения площадью 0,015 м², длиной 1 м и массой до 4,5 кг испытана на шахте № 4 «Нововолынская» производственного объединения «Укрзападуголь» в качестве индивидуальной и костровой крепи. По результатам испытаний разработаны рекомендации и технологический регламент по применению стоек повышенной несущей способности из тростниковых материалов в качестве индивидуальной и костровой крепи, утвержденные Минуглепромом Украины. Ожидаемый годовой экономический эффект от применения стоек из тростника в качестве костровой крепи составляет более 5 млн. грн.

2.4. Разработка стоек из спецпрофиля с замком трения повышенной несущей способности.

Стойка предназначена для крепления сопряжений лавы со штреком, а также участков повышенного горного давления (ПГД) в зоне влияния очистных работ. Традиционно в сложных горно-геологических условиях участки сопряжений и

зоны ПГД крепятся деревянными, клиновыми или гидравлическими стойками большого типоразмера, которые по причинам дороговизны, дефицитности, отсутствия необходимого ассортимента и перебоями в снабжении учащаются случаи нарушения паспортов крепления и связанные с этим обвалы пород и травмирование людей.

В отделе разработана конструкция стоек из спецпрофиля бывшего в употреблении и извлекаемого из завалов при погашении выработок и оригинального замка трения повышенной несущей способности, обеспечивающего рабочую характеристику на уровне 20-30 тс при высоте раздвижности стойки 2,2-3,5 м и конструктивной высоте податливости 0,4 м. Новизна разработки подтверждена патентом.

Экспериментальная партия стоек испытана в лабораторных условиях. В соответствии с приказом Минуглепрома Украины приемочные испытания опытной партии стоек проведены на шахте им. РККА (ныне «Алмазная») ПО «Добропольеуголь». На основании лабораторных и шахтных испытаний отраслевая лаборатория экспертизы ДонУГИ сделала вывод о соответствии стоек из спецпрофиля с замком трения повышенной несущей способности технологическим требованиям и техническому уровню, заложенных в ТЗ и рекомендовала к изготовлению промышленным способом по заказам шахт. Основным достоинством стойки из спецпрофиля является ее низкая стоимость и работа в регулируемом режиме податливости. Ожидаемый экономический эффект от внедрения стоек в производство определяется полной заменой остродефицитных и дорогостоящих деревянных стоек. По предварительным оценкам одна стойка из спецпрофиля при ее эксплуатации в течение года заменяет от 25 до 50 деревянных, т.е. 2,5-5,0 м³ леса. При нынешних ценах на лес-кругляк в размере 1200 – 1500 грн/м³ и средней потребности одной шахты в аналогичных стойках 500-1000 шт. в год ожидаемый экономический эффект от внедрения стоек по одной шахте составляет от 1,5 до 6,0 млн. грн. Исследования, разработки и промышленные испытания новых технологий и элементов крепления выработок возглавил к.т.н. А.Т. Курносов при непосредственном участии сотрудников отдела к.т.н. С.А. Курносова, главного конструктора проекта В.С. Возиянова, конструкторов В.Ф. Калиниченко, Ю.Н. Сафонова и др.

III направление исследований – научные принципы новых технологий дегазации углепородного массива с использованием газосборной выработки, предусматривающие разделение во времени и пространстве процессов безопасной отработки угольных пластов высоконагруженными лавами и эффективной добычи метана.

Увеличение глубины разработки свыше 1000 м и интенсификация добычных работ на наиболее производительных шахтах Украины приводит к опасным скоплениям метана в горных выработках и ограничению нагрузки на очистной забой по газовому фактору. Превышение допустимых «Правилами безопасности...» норм скопления метана в газоздушном смеси горных выработок является основной причиной возгорания и взрывов газа метана, обрушений кровли, внезапных поднятий почвы, выдавливания массива угля и породы, вне-

запных выбросов угля породы и газа, что, в конечном итоге, приводит к человеческим жертвам. Поэтому эффективная дегазация углепородного массива признана принципиально важным направлением решения проблемы безопасной отработки угольных пластов.

Основным недостатком традиционных дегазационных мероприятий является то, что они проводятся из подготовительных выработок, которые одновременно используются и для добычи угля. Подобные схемы дегазации, в большинстве случаев, делают невозможным проведение предварительной дегазации газоносных пород, расположенных в кровле и почве обрабатываемого пласта. При этом штреки, как правило, находятся слишком далеко от мест расположения газоносных источников и поэтому скважины не в состоянии качественно и эффективно их дегазировать. Другой проблемой дегазации является низкая устойчивость подготовительных выработок, используемых для бурения дегазационных скважин по причине их длительного пребывания в зонах максимального опорного давления.

С целью обеспечения Указа Президента Украины «О неотложных мероприятиях по улучшению условий труда и совершенствованию государственного надзора по его охране на предприятиях угольной промышленности» от 16.01.2002 г. №26/2002, Постановлений Кабинета министров Украины № 1463 от 27.09.2000 г. «О мероприятиях по развитию промышленной добычи метана на угольных месторождениях Донбасса» и № 939 от 6.07.2002 г. «Об утверждении программы повышения безопасности труда на угольных шахтах» отдел проблем разработки месторождений на больших глубинах ИГТМ НАН Украины с 2002 года провел широкий комплекс фундаментальных и прикладных исследований, направленных на разработку принципиально новых технологий дегазации углепородного массива с использованием газосборной выработки, предусматривающих разделение во времени и пространстве процессов добычи угля и дегазации массива.

Новые технологии дегазации предназначены для обеспечения эффективного и безопасного ведения горных работ в сложных горно-геологических условиях глубоких шахт, улучшения условий труда шахтеров, предотвращения экологического загрязнения окружающей среды, попутной добычи альтернативного топлива – метана высокой концентрации.

При выполнении работы был решен ряд важнейших фундаментальных и прикладных задач. Научные результаты связаны с установлением новых закономерностей изменения геомеханического состояния и газовой проницаемости газонасыщенного породного массива под влиянием очистных работ и реакцией на данные процессы пространственных и временных параметров различных по литологической структуре источников газовыделения в горные выработки. По результатам опубликовано значительное количество научных работ, сделано открытие № 218 «Закономерность изменения газовой проницаемости горных пород при переходе их из объемного равнокомпонентного напряженного состояния в разнокомпонентное», одним из авторов которого является к.т.н. С.А. Курносов.

На базе полученных научных результатов разработаны методики прогноза перемещения свободного метана в массиве, контроля устойчивости и определения параметров рационального расположения газосборных выработок, разработаны технические задания на проектирование экспериментальных участков по отработке элементов технологии отбора газа. Нами были разработаны и подтверждены Патентами Украины ряд новых способов дегазации и добычи метана из пластов-спутников, газоносных пород и выработанного пространства. Широкомасштабная апробация разработок в условиях опасных по газу шахт им. А.Ф. Засядько и «Краснолиманская» подтвердила преимущества предложенных технологий дегазации по сравнению с применяемыми на шахтах отрасли. В результате были установлены: требования к правильной организации работ по дегазации, параметры целевого заложения дегазационных скважин на конкретные источники газовыделения, последовательность проведения буровых и дегазационных работ, параметры и режимы взаимоувязки процессов угледобычи и дегазационных мероприятий при различных технологических схемах ведения горных работ.

Основным практическим результатом наших исследований стали разработка, утверждение и введение в действие стандарта Минуглепрома Украины СОУ 10.1.05411357.006:2007 «Дегазація вугільних пластів та вміщуючих порід з застосуванням газозбірної виробки. Схеми дегазації», который по приказу Минуглепрома № 546 с 1.04.2008 г. внедряется на угольных шахтах Украины. Данный стандарт регламентирует условия и параметры эффективного применения новых схем дегазации в угледорывающей отрасли Украины, устанавливает требования к заложению газосборных выработок и расположению дегазационных скважин. Выполнение III-го направления работ осуществлялось под научным руководством академика НАН Украины А.Ф. Булата при непосредственном участии сотрудников отдела с.н.с. Курносова А.Т., с.н.с. Курносова С.А., н.с. Слащева И.Н., н.с. Слащевой Е.А., гл. констр. проекта Возиянова В.С., гл. технолога Ковбасенко В.Б., м.н.с. Сапегина В.Н. К разработкам стандарта были также привлечены специалисты ДонУГИ, ВНИМИ, МакНИИ и Донгипроуглемаш. На базе научных исследований и разработок по данным направлениям подготовлена к защите докторская диссертация Курносова С.А.

IV направление исследований – разработка научно-технических основ ультразвуковой технологии формирования радиационно-защитных (РЗ) покрытий с аномально высокими свойствами на разнообразных матричных материалах с использованием модификаторов из вторичного минерального сырья техногенных месторождений Украины.

Проблема радиационной безопасности в Украине и вопросы создания эффективных и относительно дешевых РЗ материалов на базе использования отечественного вторичного минерального сырья в виде хвостов горнодобывающих и химических перерабатывающих производств имеет особую актуальность.

Материал, разработанный в результате проведенных НИР, является более эффективным функционально и более дешевым экономически по сравнению с

традиционно выпускаемыми для аналогичных целей материалами, так как при его изготовлении исходным сырьем является β -полугидрат фосфогипса. По результатам исследований сделано открытие № 57 «Явление аномального изменения интенсивности потока квантов проникающего излучения моно и много-элементными средами».

Результаты работы внедрены в рентгенологическом отделении Городской клинической больницы № 18. Ожидаемый экономический эффект от оборудования разработанными изделиями рентгенологических кабинетов в масштабе Украины составляет более 13 млн. грн. Работу выполняли к.т.н. Иванов В.А. (ответственный исполнитель), м.н.с. Голов К.С. По результатам выполненных исследований Голов К.С. в 2011 году защитил кандидатскую диссертацию.

Фундаментальные исследования отдела по указанным направлениям только за последние 10 лет нашли отображения в 4-х научных открытиях, 8-ми монографиях, более 100 статьях в фаховых издательствах, в том числе в 20-ти зарубежных. Новизна разработок подтверждена 41 патентом Украины. Общий фактический эффект от внедрения разработок в производство составил более 10 млн. грн., ожидаемый – более 40 млн. грн.

Разработки отдела признаны ведущими научными организациями страны, ближнего и дальнего зарубежья и отмечены Государственной премией Украины в области науки и техники, которая вручена заведующему отделом Булату А.Ф.

У направление исследований –реструктуризация угольной промышленности на базе высокоэффективных маневровых теплоэнергетических комплексов (МТЭК), ориентированных на комбинированную выработку тепла и электроэнергии. Основанием для этого является привлечение одной из самых эффективных в мировой практике технологии сжигания угля в циркулирующем кипящем слое (ЦКС). Такая технология позволяет сжигать низкосортный уголь и даже отходы углеобогащения, которых сегодня множество накоплено в угледобывающих регионах. Выработка электроэнергии на тепловом потреблении позволяет получить достаточно высокий коэффициент полезного действия - около 80 %, что невозможно сегодня для мощных электростанций.

Экономическая эффективность энергетических комплексов на базе нерентабельных угольных шахт обусловлена:

- низкой стоимостью используемого топлива (низкосортный необогащенный уголь, отходы углеобогащения);
- реализацией принципа когенерации, т. е. выработкой электроэнергии на тепловом потреблении;
- отсутствием затрат на обогащение и транспортирование угля до электростанции и передачи электроэнергии от электростанции к угледобывающим предприятиям.

Технико-экономические расчеты по проектам свидетельствуют, что создание МТЭК позволит уменьшить себестоимость электроэнергии в 2,5-3 раза, а тепловой энергии – в 4-5 раз по сравнению с действующими тарифами, а шахты

за счет теплоэнергетического самообеспечения будут иметь возможность превратиться в прибыльные и рентабельные предприятия.

МТЭК служат для комбинированной выработки тепла и электроэнергии, а их высокая эффективность достигается за счет наиболее экономичной выработки электроэнергии на тепловом потреблении. Строительство МТЭК на базе угледобывающих предприятий позволяет решить следующие вопросы:

1. Обеспечить надежность электро- и теплоснабжения угледобывающих предприятий, а также прилегающих к ним жилых массивов и промышленных предприятий. Выработка электроэнергии осуществляется по тепловому графику, а надежность электроснабжения обеспечивается работой электрических генераторов МТЭК параллельно с энергосистемой.

2. Существенно сократить расход импортного природного газа за счет вывода из эксплуатации отопительных газовых котельных.

3. Использовать в качестве топлива высокозольные отходы углеобогащения, идущие сегодня в отвал.

4. Организовать рентабельное производство с комбинированной выработкой электроэнергии и тепла по сравнению с низкорентабельной, экологически “грязной”, шахтной котельной и необходимостью закупки электроэнергии из энергосистемы.

5. Создать дополнительные рабочие места и на значительный срок решить социальные проблемы, связанные с закрытием шахт.

Экологически чистая технология сжигания низкосортного угля в топках ЦКС обеспечивает:

- приведение вредных выбросов в атмосферу до уровня нормативных (окислы азота - до 200 мг/нм³, двуокись серы - до 400 мг/нм³, пыль - до 100 мг/нм³);

- использование шахтной воды в качестве источника водопотребления по замкнутому циклу без выбросов промышленных вод в водные объекты;

- утилизацию и использование золы для закладки в шахту и производства стройматериалов;

- утилизацию запыленного шахтного воздуха, содержащего метан, в топках котла;

- ликвидацию шламохранилищ и рекультивацию территории, занимаемой ими.

Как составляющие топливной смеси теплоэнергетических комплексов могут использоваться такие местные ресурсы, как отходы древесины, другие промышленные отходы. Особое место должно занимать использование для выработки тепловой и электрической энергии бытового мусора, а также восстановленных источников энергии – солнечной, ветровой, геотермальной.

Принципиальным отличием данной методики диверсификации, от предлагавшихся ранее в Украине и России, является включение в структуру МТЭК модульных блоков, реализующих принципы энерготехнологической переработки угля на месте его добычи с использованием собственных тепла и электроэнергии. Для бурых углей и углей с низкой степенью метаморфизма предлага-

ется технология переработки угля методом гидрогенизации. Использование тепловой энергии шахтного энергокомплекса для получения синтетического бензина, дизельного топлива, смазочных материалов, парафинов, воска и т.д. позволит значительно снизить величину энергетической составляющей затрат на получение данной продукции. Для углей с высокой степенью метаморфизма предлагается использовать технологию извлечения из них пиритной серы. При этом пиролизные газы, получаемые в результате паровоздушной обработки угля, перерабатываются в высоколиквидный товар – серную кислоту – для дальнейшего использования в химической промышленности, а обессеренный уголь сжигается в топках шахтного энергокомплекса, не теряя своей теплотворной способности. Весьма перспективным является включение в состав шахтного энергокомплекса модуля, реализующего теплоэнергоёмкую технологию получения из низкосортного угля искусственного жидкого топлива, которое с успехом может заменить дорогостоящий кокс в доменном производстве. В состав энергокомплекса целесообразно включать цех по производству строительных материалов с утилизацией гипсосодержащих золошлаковых отходов комплекса, которые, кроме того, являются отличным материалом для дорожных покрытий.

Реализация МТЭК в отрасли позволит децентрализовать выработку электроэнергии, частично компенсировать пиковые нагрузки, выиграть время и сформировать условия для переоснастки мощных твердотопливных электростанций современным оборудованием, накопить опыт эксплуатации котлоагрегатов на базе ЦКШ-технологий, наиболее плотно приспособить их к условиям использования отечественного сырья, отработать параметры и заложить основы для создания украинских котлостроительных предприятий с использованием передовых технологий сжигания угля.

VI направление исследований – развитие теории математического моделирования процессов проветривания угольных шахт в нормальных и аварийных режимах. В настоящее время в этом направлении работают с.н.с., к.т.н. Бунько Т.В., с.н.с., к.т.н. Боровский А.В., с.н.с., к.т.н. Кокоулин И.Е., м.н.с. Новиков Л.А.; м.н.с. Бескровный Н.В. (в 2011 г. вышел на пенсию). В рамках этого направления были проведены теоретические и экспериментальные исследования закономерностей, связывающих аэродинамические параметры регулируемых ветвей шахтной вентиляционной сети (ШВС) и объектов проветривания, исследована динамика аэродинамических параметров систем вентиляции. Теоретически определено и экспериментально подтверждено, что увеличением аэродинамического сопротивления выработок, инцидентных критическому маршруту от источника воздухообеспечения к объектам проветривания, но не входящих в него, возможно снижение минимального уровня общешахтной депрессии, необходимой для обеспечения объектов проветривания заданным количеством воздуха. Предложен критерий “минимум максимального напора вентиляторов главного проветривания (ВГП)”, обеспечивающий выбор оптимальных режимов работы (ВГП), совместно работающих на общую вентиляционную сеть. Разработана математическая модель ШВС с динамически изменяющейся структурой и параметрами, учитывающая развитие горных работ.

Разработан метод расчета оптимальных режимов работы ВГП и параметров регулирующих устройств, обеспечивающих необходимое воздухораспределение в заданных расчетных периодах при минимуме напора ВГП, отличающийся использованием результатов топологического анализа при поиске ветвей ШВС, подлежащих регулированию. Использование этого метода в отрасли позволило уменьшить количество регуляторов, необходимых для обеспечения заданных расходов воздуха в объектах проветривания, повысить эффективность проветривания уменьшением расходов на его осуществление, существенно сократить время выполнения вентиляционных расчетов на ПЭВМ.

Разработанные методы и алгоритмы были реализованы в созданной системе автоматизированного проектирования ШВС позволяющей научно обоснованно выбирать аэродинамические параметры ШВС с изменяющимися параметрами и топологией. Программное обеспечение системы прошло межведомственные испытания в Минуглепроме Украины и включено в состав действующего "Руководства по проектировании вентиляции угольных шахт", утвержденного Приказом Госкомитета Украины по надзору за охраной труда № 131 от 20.12.1993 г.

В рамках выполнения работ по Программе повышения безопасности на угольных шахтах, утвержденной Постановлением Кабинета Министров Украины от 6 июля 2002 г. № 939, было разработано нормативно-методическое обеспечение, регламентирующее внедрение в практику работы участков ВТБ угольных шахт, ГВГСС и проектных институтов угольной отрасли информационно-аналитических систем мониторинга и расчета рациональных параметров систем вентиляции. Разработаны и испытаны на нескольких шахтах угольной отрасли экспериментальные образцы аэродинамического преобразователя разницы давления ПРД-1. Разработаны рекомендации по совершенствованию систем проветривания выемочных участков угольных шахт. Сформировано пособие по проведению вентиляционных расчетов для учебно-методических центров повышения квалификации Минуглепрома Украины.

Дальнейшим продолжением работ этого направления стала разработка методов проектирования, анализа, оперативного и перспективного планирования вентиляционных систем с неопределенными структурой и аэродинамическими параметрами глубоких метанообильных шахт. Эти исследования связаны с учетом особенностей перехода горных работ на большие глубины, повышением метанообильности угольных пластов, вмещающих пород и выработанного пространства, повышением нагрузки на очистные забои в условиях информационной неопределенности. В рамках этих исследований были получены следующие результаты:

- впервые предложены: формализованный инвариантный способ описания зон ШВС с неопределенной структурой нелинейными многополюсниками; классификация многополюсников и обоснованы диакоптические вычислительные процедуры определения их аэродинамических параметров;

- установлены закономерности формирования областей управления и управляемости в сложных многовентиляторных сетях. Показано, что область управ-

ляемости задается множеством основных объектов проветривания многополюсника без базовой точки, а область управляемости определяется объемом *n*-мерным гиперпараллелепипедом, метрику которого характеризуют максимальные расходы воздуха в регулируемых ветвях многополюсника.

- показано, что процесс принятия решений персоналом участка ВТБ при решении задач перспективного планирования в условиях неопределенности описывается функционально- ситуационной временной сетью Петри, терминальные переходы которой интерпретируют выполнение информационных, диакоптических вычислительных и технологических процедур с детерминированным временем срабатывания, если процедура является автоматизированной, и отображаются структурным элементом с неопределенным временем срабатывания, если процедура является интерактивной;

- разработан метод структурной идентификации вентиляционных систем с неопределенной структурой и аэродинамическими параметрами, учитывающий различное технологическое назначение выработок в технологическом процессе проветривания и позволяющий определять основные аэродинамические связи между элементами ШВС, повышающий достоверность принимаемых решений при перспективном планировании действующих вентиляционных систем;

- разработан метод комплексной параметрической идентификации ШВС в условиях неполноты и недостоверности исходных данных, отличающийся учетом качественных и количественных характеристик горных выработок, что позволило существенно сократить время на сбор и обработку данных, выявлять участки ШВС, параметры которых определены с недопустимой погрешностью, определять истинные аэродинамические сопротивления выработок и путей движения воздуха в ШВС, а также аэродинамические параметры математической модели ШВС на ПЭВМ, способную заменить ее в задачах перспективного планирования, связанных с многовариантными расчетами воздухораспределения;

- разработаны методы выбора рационального воздухораспределения в ШВС и эффективного базиса регулирующих устройств при определении технических возможностей шахты по фактору вентиляции, отличающиеся комплексным учетом критериев безопасности, экономичности и эффективности и анализом иерархических структур в ШВС, что позволило создать адаптивный базис средств местного регулирования;

- усовершенствованы существующие методы выбора рациональных аэродинамических параметров ШВС при проектировании в условиях неопределенности критериев оптимальности, которые отличаются использованием областей управления ВГП в ШВС и адаптивны к хода оптимизационного процесса, что позволило определять оптимальные режимы работы ВГП с учетом областей их промышленного использования, выявлять выработки ШВС, которые реализуют аэродинамическую связь ВГП на исходящей струе воздуха и определять рациональную величину аэродинамического сопротивления этих выработок;

- разработан метод расчета рациональных аэродинамических параметров ШВС, отличающийся учетом возможности безремонтного поддержания горных выработок, позволяющий определять выработки, увеличение сечения которых

обеспечивает объекты проветривания заданным количеством воздуха при минимуме суммарных приведенных затрат;

- разработанная функциональная событийная модель процесса принятия решений персоналом участка ВТБ положена в основу разработанного нормативно- методического документа «Группа информационного обеспечения участка вентиляции. Порядок функционирования»;

- обоснована адаптация организационной структуры участка ВТБ, заключающаяся в создании группы информационного обеспечения. На основе сформированной модернизированной матрицы прав и полномочий разработана нормативно-методический документ, регламентирующая ее права и обязанности СОУ «Группа информационного обеспечения участка вентиляции. Порядок создания»;

- основные результаты исследований использованы в проектах ШВС ГП «Добропольеуголь» (Белицкая, Алмазная, Белозерская), ГП «Селидовуголь» (им. Д.С. Коротченко, Комсомолец, им. Ф.Э. Дзержинского), ОАО «Павлоградуголь» (Западно-Донбасская, Самарская, Степная, им. Н.И. Сташкова, Благодарная, Юбилейная), а также при перспективном планировании вентиляции шахт им. А.Ф. Засядько и ГП «Луганскуголь». Разработанные методы и алгоритмы реализованы в системе автоматизированного проектирования ШВС, переданы в опытно-промышленную эксплуатацию институту Днепрогипрошахт; указанные методы и алгоритмы реализованы у компьютерной технологии организации проветривания угольных шахт при совершенствовании вентиляционных систем шахт. Программное обеспечение системы прошло испытания и получило разрешение Госнадзорохрантруда Украины на внедрение на шахтах угольной отрасли;

- внедрение результатов работы в процесс проектирования обеспечивает: повышение качества и технико-экономического уровня проектируемых объектов; повышение эффективности труда проектировщика; сокращение времени, уменьшение стоимости проектирования.

Социальный эффект предлагаемых решений – внедрение современных информационных технологий на угольных предприятиях повышает культуру производства, способствует привлечению к работе в угольной отрасли высококвалифицированных специалистов и создает условия для внедрения современных автоматизированных систем проектирования, мониторинга и управления производством, а также повышает безопасность и улучшает условия труда горнорабочих.

Отдел проблем технологий подземной
разработки угольных месторождений,
зав. отделом, д-р техн. наук К.К. Софийский

**СПОСОБЫ ДЕГАЗАЦИИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ
ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПОРОДОУГОЛЬНОГО МАССИВА
С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО,
ПНЕВМОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО, ПНЕВМОДИНАМИЧЕСКОГО
ВИБРАЦИОННОГО И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Наведено матеріали щодо наукових та практичних результатів використання гідродинамічних, пневмогідродинамічних, пневмодинамічних, вібраційних та мікробіологічних дій щодо розробки нових способів дії на газонасичені вугільні пласти, зокрема при розкритті викидонебезпечних пластів, проведенні підготовчих виробок та дегазації вугільних пластів при їх відпрацюванні стелеуступними лавами та лавами, що оснащені щитовими агрегатами.

METHODS OF PREVENT AND DEGASSING GASDYNAMIC PHENOMENA MOUNTAIN MASSIF USING HYDRODYNAMIC, PNEVMOGIDRODINAMIC, PNEUMODYNAMIC VIBRATION AND MICROBIOLOGICAL ACTIVITY

The materials on scientific and practical results of the use of hydrodynamic, pneumohydrodynamic, pneumodinamic, vibration and microbiological impact on the development of new ways to impact on the gas-saturated coal beds, particularly at the opening outburst seams the preparatory workings and degassing of coal beds in the working out of their overhead wall and panelboard wall.

Развитие угольной промышленности в основных угледобывающих странах сопровождается перманентным ухудшением природных условий разработки, связанных с углублением горных работ и ростом опасностей в шахте, что негативно отражается на концентрации и интенсификации производственных процессов добычи угля. Одним их основных природных факторов, негативно влияющих на деятельность угольных шахт, является высокая газоносность угля и вмещающих пород, с которой непосредственно связаны наиболее опасные проявления сил газового и горного давления – газодинамические явления (ГДЯ).

Интенсивность проявления ГДЯ по мере углубления горных работ непрерывно возрастает. При этом существенно (в 3-4 раза) возросли нагрузки на очистные забои, темпы проведения подготовительных выработок и производительность труда шахтеров [1].

В последние годы разработаны несколько эффективных способов контроля и борьбы с этим грозным явлением. Однако, несмотря на широкое внедрение способов борьбы с ГДЯ, они продолжают, иногда даже при выполненных противовыбросных мероприятиях. Поэтому, необходимость совершенствования существующих способов и разработка новых является актуальной проблемой при подземной отработке угольных пластов [2].

В ИГТМ НАН Украины отделом проблем технологий разработки угольных