УДК 658.345:622

В.С.ЛИТВИНЕНКО, Ю.В.ШУВАЛОВ, А.Н.НИКУЛИН,
Н.А.ГАСПАРЬЯН, Ю.Д.СМИРНОВ, А.А.КАМЕНСКИЙ
Санкт-Петербургский государственный
горный институт (технический университет)

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В РОССИИ

Добыча полезных ископаемых тесно связана с процессами воздействия человека на окружающую среду с целью обеспечения сырьевыми ресурсами и их частичной потерей.

При суммарной добыче минеральных ресурсов более чем 6,5 млрд т общие потери в недрах составляют 2,5 млрд т: в атмосферу выбрасывается около 50 млн т вредных веществ, в водоемы сбрасывается более 2 млрд $м^3$ загрязненных сточных вод и складируется на поверхности земли более 8 млрд т твердых отходов.

Научной школой СПГГИ разрабатывается комплекс мер по защите окружающей среды от вредного воздействия технологических процессов при открытой и подземной разработке угля, который сегодня является востребованным природным энергетическим ресурсом, а в перспективе станет одним из главных, так как обеспеченность им может удовлетворить потребности всех отраслей на период в несколько сотен лет.

Mining is closely connected with the impact of mankind on the environment for the purpose of supply with primary resources.

When ultimate production of mineral resources is more than 6,5 billion tonns, total losses comprise 2,5 billion tonns: discharge of rupugnant substances into the air is about 50 million tonns, effluents discharge is 2 billion m^3 and more than 8 billion tonns solid wastes are stored on the surface.

By scientific school of SPMI series of measures aimed at protectoin of environment from harmful impact of technological processes during open-cast mining and underground operation of coal, which is the most popular power resource for today is carried out. In future coal will be one of the main resources, as it's supply may satisfy the needs of all branches of industry for a long period.

Особенностью России в начале двадцать первого века является ресурсно-экспортный характер экономики, базирующийся, в основном, на вывозе первичных энергоносителей (газ, нефть, уголь) и ряда других твердых полезных ископаемых или продуктов их переработки. Анализ развития мировой экономики показывает, что экономический рост развитых стран составляет 2-3 % в год и достигается, как правило, за счет внедрения высоких технологий. Для обеспечения сокращения отставания России от развитых стран по уровню ВВП на душу населения российская экономика должна иметь темп экономического роста 4-6 %. Такой темп может быть обеспечен за счет эффективной добычи, переработки и эксплуатации минерально-сырьевых ресурсов, который определяет значительную долю ВВП и доходной части бюджета страны при прямой занятости в этой сфере (добычи и переработки полезных ископаемых) не более 5 % трудоспособного населения. Эта цифра возрастает в 3-5 раз при учете систем жизнеобеспечения горняков, необходимых для существования градообразующих предприятий, в зависимости

ISSN 0135-3500. Записки Горного института. Т.172

от способа освоения месторождений (вахтовый, поселковый, городской) [2].

В ряде случаев экономика целых регионов и городов с подавляющей частью проживающего в них населения находится в прямой связи с добычей полезных ископаемых (Кемеровская обл. – Кузбасс; Ямало-Ненецкий автономный округ – нефтяные и газовые месторождения; Кольский п-ов и Таймыр – рудные месторождения; Воркута и Инта – Печорский угольный бассейн и др.).

Второй особенностью России, также связанной с добычей полезных ископаемых, является суровый климат и сложные гелиофизические условия на большей части ее территории (около 70 % зона распространения многолетнемерзлых пород), где расположены основные (более 70-80 %) и уникальные по масштабам месторождения полезных ископаемых [1, 2].

Указанные особенности страны накладывают существенный отпечаток на безопасность человека, работающего и проживающего в регионах с интенсивной добычей полезных ископаемых, которая определяется, во-первых, повышенной опасностью труда на горных предприятиях, особенно с подземным способом добычи полезных ископаемых, где травматизм и аварийность в 3-10 раз выше, чем при открытой разработке месторождений, или в других отраслях промышленности [4, 15].

Техническая безопасность труда на горных предприятиях России, включающих около 12 тыс. опасных производственных объектов и технических единиц в угольной отрасли и более 5 тыс. в горно-рудной, связана в значительной мере с технологией и горно-техническими условиями ведения работ. Основные причины аварийности и производственного травматизма сопряжены с пожарами, взрывами газа и пыли, обвалами и обрушениями пород, неправильной эксплуатацией транспортных средств, машин и механизмов, нарушениями в работе электрических сетей и оборудования.

В 2005 г. на подконтрольных управлению горного надзора предприятиях произошло 36 аварий и 188 случаев смертельного травматизма (36 % общего числа на опасных производственных объектах, подконтрольных Ростехнадзору), в том числе на угольных предприятиях 107 случаев, на горно-рудных – 81. По результатам обследований опасных объектов было отмечено 272 тыс. нарушений правил безопасности, к ответственности привлечено 13,5 тыс. человек.

Риск травм с летальным исходом в угольной промышленности за последние 10 лет составляет от 0,36 до 0,88 на тысячу работающих, в то время как при ДТП он равен 0,25 [4]. Эта же отрасль лидирует и среди горно-добывающих, превышая в 8-12 раз травматизм в нерудной промышленности.

Добыча угля делится на открытый способ добычи (карьеры, разрезы) и подземный (шахты). Основной проблемой в обоих случаях является защита окружающей среды от вредного действия пыли. Пыль и газообразные продукты в атмосфере горных выработок и на поверхности техногенного массива являются во многих случаях источниками профессиональных вредностей и опасностей возгорании и взрывов. Заболевания органов дыхания рабочих являются самыми распространенными (более 30 %) при добыче угля.

Источниками пылеобразования как при ведении работ, так и после прекращения деятельности карьера, являются отвалы, пляжные зоны хвостохранилищ и эрозионные зоны. Загрязнение отходами горного производства, представленными дисперсными и тонкодисперсными материалами, происходит за счет эолового рассеивания складированного материала и попадания его в воздух и почву.

Несмотря на значительные масштабы проведенных исследований и предложенные конструктивные решения, практические результаты достаточно скромны. В связи с этим поиск рациональных средств и способов снижения пылевых выбросов в атмосферу – по-прежнему актуальная задача.

В этой связи научной школой СПГГИ разработаны фундаментальные основы кондиционирования воздуха в горных выработках шахт, рудников и карьеров, базирующиеся на изучении физических процессов газо-пылевыделения и переноса, массо- и

теплообмена в горных выработках и на поверхности горного массива [3, 18].

В настоящее время в стадии разработки находится новый способ локального пылеподавления при проходке горных выработок. Способ основан на действии высокократной пены из водного раствора с добавлением ПАВ на мелкодисперсную пыль. Добавление пенообразователя в воду снижает ее поверхностное натяжение. При взбалтывании жидкости или пропускании через нее воздуха на поверхности жидкости образуется пена. Пузырьки воздуха оказываются заключенными в жидкие оболочки, которые имеют меньшее поверхностное натяжение, чем вода. Оболочки находятся в растянутом состоянии, так как давление воздуха в пузырьках пены больше давления воздуха атмосферы.

Общая масса осевшей пыли при пылеподавлении в два раза больше, чем при мокром (эталонном) способе. Расстояние активного оседания пыли (пылеподавления) при пеноподавлении на 20 % больше, чем при мокром (на расстоянии до 3 м в опытной установке). Затраты на подавление пыли мокрым способом включают стоимость воды (расход 20 л/мин на 1 кг пыли). Затраты на пеноподавление снижаются за счет уменьшения расхода воды (в 3-5 раз) при дополнительных затратах на ПАВ и оборудование (форсунки, трубопроводы).

Другим способом комплексного воздействия на источники пылевыделения и отложения рыхлых техногенных массивов является круглогодичная система пылеподавления и биопродуктивной рекультивации, основанная на связывании диспергированными водными растворами аэрозолей и аэрогелей, образующихся в процессе добычи и перемещения горных пород или полезного ископаемого [3, 7, 10]. При этом для повышения эффективности процесса в условиях положительных и отрицательных температур атмосферного воздуха могут быть использованы фазовые переходы воды, т.е. конденсация и снегообразование. Для повышения продуктивности образующихся в процессе перемещения горной массы техногенных массивов и их защиты от ветровой эрозии рекомендуется использовать биопродуктивные добавки к воде, например, сапропель, обладающий клеящими и биопродуктивными свойствами [5].

Нанесение водных растворов осуществляется с помощью установки, работающей в зимний период как снегообразующая, а в летний – как туманообразующая.

Условия применения конденсационного или снегогенерирующего модулей с биопродуктивным раствором или без него определяются конкретной климатической ситуацией, технологическим процессом производства и требованиями безопасности.

Эффективность пылеподавления при конденсации пара значительно выше, чем у воды и снега. Несмотря на это, легкость пара является препятствием для направленного воздействия на обрабатываемую поверхность или объем, так как требует близкого расположения к нему паропровода для предотвращения ветрового уноса. Аналогичный недостаток имеют и современные снегогенераторы, как отечественные так и зарубежные. В них используется принцип замерзания тонкодисперсных капель в потоке холодного воздуха, что требует значительной высоты подъема подающей мачты (или разноса капель потоком ветра). В результате относительно низкие значения расходов электроэнергии на единицу массы образуемого снега и сжатого воздуха оказываются не столь эффективными и требуют высоконапорных насосов для преодоления сопротивления форсунок, обеспечивающих при малых диаметрах выходного отверстия значительные расходы воды. Их применение в условиях горных предприятий оказывается нерациональным, равно как и гидроаэропультов с дальноструйным выбросом диспергированной в форсунках воды, переносимой воздушным потоком, создаваемым вентиляторами-оросителями на базе турбовинтовых двигателей.

Более перспективным для горных предприятий является использование пневмогидравлических форсунок (рис.1), в которых диспергирование воды, образование ее аэрозоля и ядер кристаллизации происходит в камере смешивания, куда подается через

сопло Лаваля сжатый воздух и вода, а аэрозоль выбрасывается через второе сопло Лаваля в атмосферу. Диаметр сопла изменяется от 3 до 15 мм. При диаметре 3-5 мм расход сжатого воздуха составляет 0,5 м^3/мин (давление 0,5-1,0 МПа), расход воды 0,3 м^3/ч, выход снега 85-90 % с размерами кристаллов 50-250 мкм и плотностью снега 350 кг/м^3. Удельный расход электроэнергии при работе системы составляет 0,001-0,005 кВт·ч на 1 кг снега.

Максимальный эффект охлаждения и стабильного снегообразования достигался при работе вентилятора и минимальной температуре воды.

В СПГГИ разработан, сконструирован и испытан новый тип парогенератора [9], не имеющий греющих элементов и абсолютно безопасный для шахтной среды. Стендовые и шахтные испытания показали его высокую эффективность и целесообразность при любых климатических условиях (зима, лето) в подземных выработках и на поверхности.

На основе данных исследований можно сделать вывод о рациональности применения конденсационного и снегообразующего модулей для пылеподавления при широком диапазоне ведения работ. В процессе отвалообразования, экскавации, перемещения горной массы на открытых пространствах при отрицательных температурах окружающего воздуха наиболее рациональным будет использование мобильного снегогенератора с вращающимися конусообразными раструбами. При ведении работ в закрытых пространствах, например при измельчении горной массы в дробилках, эффективнее использовать метод парогенерации, что позволит снизить энергозатраты и расход воды.

Разработанная схема установки для связывания пыли может использоваться круглогодично для пылеосаждения на техногенных массивах и для борьбы с пылью при ведении открытых и подземных горных работ, а также при рекультивации нарушенных земель для нанесения биопродуктивного раствора и использования в системах формирования искусственного снежного покрова на горно-лыжных курортах.

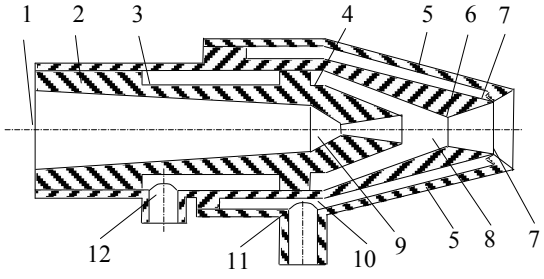


Рис.1. Устройство для получения искусственного снега

1, 11 – каналы для подачи холодного и горячего воздуха; 2 – корпус; 3 – радиальная выточка; 4 – кольцевая щель; 5 – кожух; 6 – диффузор; 7, 9 – сопла Лаваля; 8 – смесительная камера; 10 – кольцевая полость; 12 – канал для подвода воды

При открытой разработке угольных месторождений на территории расположения техногенных массивов могут появляться высокодисперсные аэрозоли, не поддающиеся эффективному осаждению за счет орошения с добавлением связующего вещества, а в некоторых случаях они могут быть даже взрывоопасными. В этих ситуациях укреплять пылящие поверхности рекомендуется биоактивной пеной на основе сапропеля, способного образовывать цепочки (склеиваться), тем самым изолируя отвалы, подготовляя поверхность к биологическому этапу рекультивации. При приготовлении пены сапропель используется в качестве естественного органического удобрения, а также как вещество, имеющее большую степень минерализации, а значит являющееся стабилизатором пены, создающим своего рода каркас [16].

Для получения пенной смеси применена реакция газообразования на основе алюминиевой пудры, которая реагирует с гидратом окиси кальция в водной среде и выделяет водород [11, 17],

$$2Al + 3Ca(OH)_2 + 6H_2O =$$

$$= Ca_3\left[Al(OH)_6\right]_2 + 3H_2\uparrow .$$

Основными компонентами биопены являются сапропели, измельченные отходы мукомольной и зерноперерабатывающей промышленности (солома, листья, камыш, кора) и дополнительное связующее карбоксиметилцеллюлоза.

Лабораторные эксперименты показали высокую устойчивость и биоактивность полученной биопены. Опытами установлено, что через 3-4 ч реакция газообразования прекращается и полученная пена приобретает максимальную кратность. Пена полностью высыхает в течение 30-45 дней. На поверхности наблюдается плотная корка, которая не разрушается в процессе полива и последующего иссушения, обеспечивая защиту поверхности почвы от пыления и разрушения вследствие осадков. Можно выделить три слоя образованной биопены: нижний – состоит из избытков воды и клея, проникающих в поверхностный слой пылящего отвала, закрепляя его, верхний – сам слой биопродуктивной пены, а между ними – продукт реакции газообразования – кристаллы алюмината Торвальдсона, которые дополнительно изолируют поверхность отвала. Всхожесть травы, посаженной в пенный слой мощностью до 3 см, в лабораторных условиях изменяется в пределах 70-100 %.

Помимо проведения биологической рекультивации угольных отвалов, во многих случаях возможно рациональное использование угольной мелочи либо других углеродсодержащих отходов промышленного производства и жизнедеятельности человека, что позволит значительно снизить загрязнение окружающей среды; сберечь ценные топливно-энергетические ресурсы; повысить полноту использования ресурсов; снизить затраты на производство тепловой энергии; широко использовать местные виды низкокалорийных топлив.

Однако прямое, без предварительной подготовки к сжиганию, использование твердых горючих отходов неэффективно. Эффективная утилизация тонкодисперсных горючих материалов обеспечивается способом окускования искусственных структурированных комплексов, блоков, брикетов, гранул, пеллет для последующего сжигания в бытовых и промышленных топочных устройствах и установках для получения тепловой энергии.

В настоящее время одной из наиболее подготовленных в техническом и экономическом аспекте является технология утилизации твердых горючих отходов путем окускования способом брикетирования и гранулирования. Данный способ предусматривает использование самого передового направления в области брикетирования – способа экструзионного векторного воздействия.

Технология получения брикетов основана на экспериментально установленном неизвестном ранее явлении миграции в толще брикета сложных флюидных систем и включает подготовку шихты смешиванием тонких классов горючих материалов (угольный шлам, мелочь, древесный опил) со связующим тонкодисперсным материалом, вводимым в состав шихты в сухом виде, брикетирование шихты и последующую температурную обработку при температуре от 120-150 °С[*].

Подготовка шихты заключается в смешении и гомогенизации частиц первичной смеси, их сближения до получения вторичных ассоциатов (гранул) крупностью: 6-5 мм – 6-8 %, 5-1 мм – 43-45 %, 1-0,5 мм – 18-20 %, 0,5-0,1 мм – 28-30 %, < 0,1 мм – 0,7-1,1 %. При этом под действием давления формования от периферии брикета к его центру и от центра к периферии при последующей термической обработке (сушке) происходит миграция сложных флюидных систем, которые включают в себя естественную или привнесенную влагу и растворенные в ней связующие компоненты, минеральные составляющие, а также вовлеченные в ее состав тонкодисперсные частицы материала шихты. Перемещение в толще брикета связующего компонента и тонкодисперсных частиц завершается образованием концентрических поверхностей (флуктуации прочности), что обеспечивает армирование и упрочнение брикета, а также его влагоустойчивость [12, 13].

Повышение эффективности сжигании окускованного твердого топлива достигается применением запальных – легковоспламеняющихся топливных брикетов, вклю-

[*] Диплом № 219 на научное открытие «Явление самоструктурирования при брикетировании углеродсодержащих твердых материалов с активным тонкодисперсным связующим». Авторы: Ю.В.Шувалов, Ю.А.Нифонтов, А.А.Бенин.

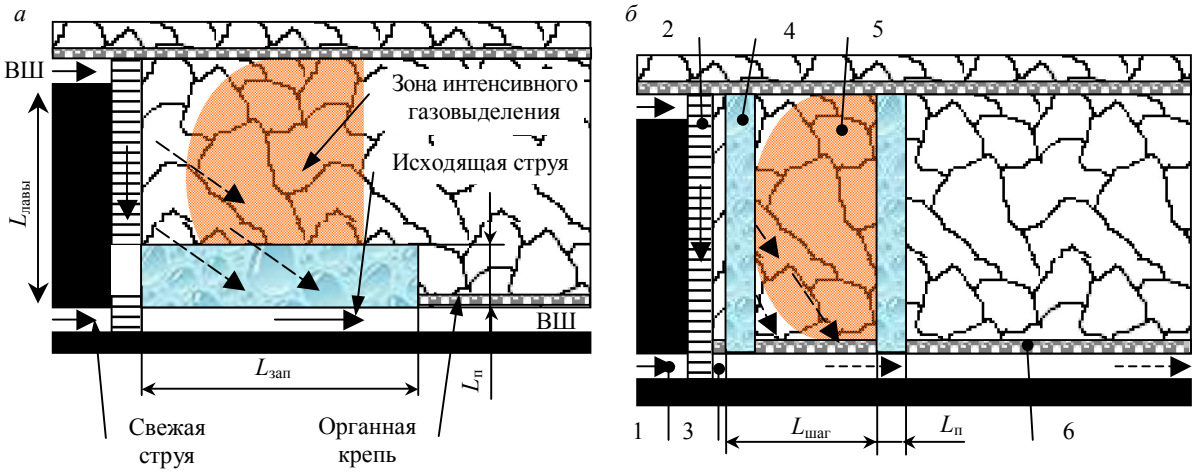


Рис.2. Варианты способа управления утечками воздуха в выработанном пространстве

чающих зажигательный слой, содержащий гексаметилентетраамин (25-50 %), нитрат калия (5-20 %) и горючую массу рядовых брикетов со связующим – термопластичным полиизопреном или эпоксидной смолой, модифицированной введением низкомолекулярного жидкого бутадиенового каучука с карбоксильными группами в соотношении смола – каучук – 1 моль на 0,08-0,1 [14].

Брикетная установка размещается в помещении 150-200 м^2 высотой не менее 5 м и компонуется в виде единичного брикетного модуля с фиксированной производительностью 1,5-2,0 т брикетов в час.

Послеформовочная обработка брикетов (сушка) обеспечивается в ленточной сушилке типа ЛС. Расход теплоносителя, независимо от его вида (топочные газы, мятый пар, электроэнергия), не превышает 75-100 (кВт·ч)/т. Все технологическое оборудование отечественного производства. Основная его часть выпускается серийно.

Наиболее благоприятным для реализации брикетов представляется внутренний рынок – районы центральной европейской части России. Ожидаемая цена реализации по результатам исследований составляет 960 руб. за 1 т брикетов с учетом НДС. Цена брикета может быть существенно снижена в зависимости от конкретных условий производства, так как себестоимость производства (без стоимости сырья) может быть доведена (снижена) до 150-120 руб. за 1 т (цена брикета включает стоимость сырья, себестоимость производства 1 т брикета, отчисления на налоги, планируемую прибыль и НДС).

Такого класса брикетное топливо конкурентоспособно в европейской части России по сравнению с привозными несортовыми углями Печорского каменноугольного бассейна, такими как ГЖО ПК (шахта «Воргашорская», г. Воркута) и ДКОМ (Интинское месторождение). Сравнительный анализ показывает высокую эффективность и самую низкую цену теплоэнергии, полученную при использовании брикетного топлива.

Технология реализована при строительстве брикетной установки производительностью 72 тыс. т брикетов в год на шахте «Северная» ОАО «Воркутауголь» и брикетного модуля производительностью 10 тыс. т/год (Ленинградская обл., ОАО «Концерн ЛЕМО»), а также в строительстве единичного брикетного модуля производительностью 1500 кг/ч на угольной шахте в Республике Таджикистан.

При подземной разработке метаноносных пластов продолжает оставаться высоким риск аварий из-за взрывов метанопылевоздушных смесей с большими человеческими и экономическими потерями. Одним из перспективных способов управления газовым режимом выемочных участков является использование шунтирующих аэродинамических сопротивлений в краевых зонах выработанного пространства у вентиляционного штрека (рис.2, *а*) [8] и очистного забоя (рис.2, *б*) [6]. Первые способны сни-

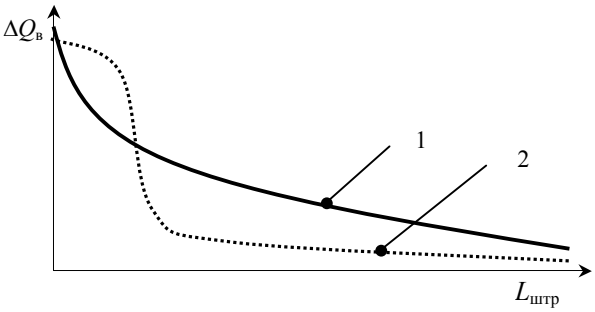


Рис.3. Распределение «притечек» воздуха на вентиляционный штрек при применении пенных полос, возводимых вдоль лавы

зить значительные (до 40 % от общих) утечки воздуха через погашаемую вентиляционную выработку в верхней части лавы. Вторые могут обеспечить равномерное распределение утечек по поддерживаемой вентиляционной выработке или повысить эффективность работы флангового вентилятора.

Суть способа заключается в цикличной подаче твердеющей устойчивой легкой пены 4 перед посадкой непосредственной кровли и в выработанное пространство за механизированной крепью (рис.2).

Способ (рис.2) осуществляется при разработке угольных пластов длинными очистными забоями с управлением горным давлением полным обрушением пород кровли за крепью при прямоточном проветривании выемочного участка по воздухоподающему штреку 1, очистному забою 2, вентиляционному штреку 3. При этом часть воздуха проходит через зону повышенного метановыделения в выработанном пространстве 5, поступая на вентиляционный штрек 3 через органную крепь 6.

В зависимости от шага обрушения непосредственной кровли ширина свободной зоны между крепью очистного забоя и обрушенными породами может изменяться от единиц до нескольких метров. При максимальной ширине свободного пространства оно заполняется эластичной, например, водовоздушной со стабилизаторами пеной, подаваемой по гибкому шлангу с вентиляционного штрека от пеногенератора к распределительным стволам, выведенным за ограждение крепи с заданными интервалами по длине очистного забоя 5-10 м.

Использование этого способа может обеспечить повышение безопасности, управление утечками воздуха в выработанном пространстве смещением их к призабойному пространству за пределы зоны высоких концентраций метана и снижение его содержания в утечках, поступающих в вентиляционные выработки.

В настоящее время для изготовления взрывоустойчивых и изолирующих перемычек, для изолирования, заполнения пустот и закладки используют целый перечень пен различных свойств, таких как дьюрафоам, пеноцем-Б, вильфлекс, визофоам и т.п.

На основе анализа различных видов пен предлагается использовать карбамидную твердую пену, которая представляет собой однородный материал мелкоячеичной структуры, получаемый путем механического смещения водного раствора карбамидоформальдегидной смолы с пенообразователем и раствора кислоты (ортофосфорной) с дальнейшим вспениванием смеси сжатым воздухом. Она обладает податливостью при сжатии и под действием горного давления уплотняется, не теряя изоляционных свойств. Твердеющая пена трудновоспламеняема, при непосредственном воздействии пламени ее поверхностный слой обугливается, деформируется, но пламя по поверхности не распространяется. Твердеющая пена устойчива к воздействию агрессивных шахтных сред, имеет достаточно высокие адгезионные свойства к углю, породе, дереву.

Периодическое заполнение пеной свободного пространства за крепью в пределах мощности свободного пространства, в пределах вынутого пласта угля обеспечивает заполнение пеной пустот между кусками обрушивающейся кровли.

На рис.3 кривая 1 показывает распределение «притечек» воздуха из выработанного пространства, кривая 2 – распределение «притечек» воздуха на вентиляционный штрек при применении пенных полос, возводимых вдоль лавы. В результате видно, что «притечки» воздуха смещаются к призабойному пространству, что обеспечивает наиболее эффективное проветривание призабойной части выработанного пространства, снижение пиковых концентраций метана

и изоляцию удаленной части выработанного пространства.

Заполнение пеной свободного пространства в пределах извлекаемой мощности пласта обеспечивает ее всплывание между кусками обрушающейся на нее непосредственной кровли, заполнение пустот в образующейся полости между непосредственной и основной кровлей за счет разряжения воздуха в этом пространстве. В результате этих процессов увеличивается сопротивление движению утечек воздуха и снижается их расход, вплоть до полной изоляции выработанного пространства (жесткие пены), происходит перемещение утечек к призабойному пространству за пределы зоны высоких концентраций метана и повышается безопасность угольной шахты.

Исследования [11, 17] показали, что применение пен длительной устойчивости существенно повышает безопасность ведения горных работ и экологическую защиту среды при относительно небольших удельных затратах материальных и денежных средств.

Рекомендованные для шахт и карьеров способы, системы и средства управления процессами аэро-газо-пыле-теплопереноса позволяют существенно снизить (до 30-70 %) негативные риски при достаточно простых и недорогих конструктивных решениях.

Исследования проведены при поддержке правительства г. Санкт-Петербурга, Американского фонда гражданских исследований и развития, Министерства образования и науки РФ и НОЦ-015 СПГГИ (ТУ).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Азимов Р.А.* Развитие топливно-энергетического комплекса Республики Коми на основе современных технологий организации производства / Р.А.Азимов, А.А.Бенин, Ю.В.Шувалов; СПГГИ (ТУ). СПб, 2003.

2. *Бурлаков С.Д.* Оценка влияния условий среды и труда на безопасность жизнедеятельности человека при освоении минерально-сырьевых ресурсов Крайнего Севера / С.Д.Бурлаков, Ю.В.Шувалов. СПб: ГАЛАРТ, 2002.

3. *Бульбашев А.П.* Борьба с пылью на карьерах по добыче строительных материалов / А.П.Бульбашев, Ю.В.Шувалов / МАНЭБ. СПб, 2005.

4. *Галимуллин Ф.З.* Производственный травматизм в период реструктуризации угольной промышленности // Безопасность труда в промышленности. 2006. № 1.

5. Пат. 2230997 РФ. Установка для связывания пыли / Ю.В.Шувалов и др. // Изобретения. 2004. № 17.

6. Пат. 2203425 РФ. Способ предотвращения взрывов газа в выработанном пространстве очистных забоев угольных шахт / Ю.В.Шувалов и др. // Изобретения. 2003. № 12.

7. Пат. 2159398 РФ. Установка для получения искусственного снега / Ю.В.Шувалов и др. // Изобретения. 1999. № 32.

8. Пат. 2100612 РФ. Способ предотвращения взрывов газа в выработанном пространстве / Ю.В.Шувалов и др. // Изобретения. 1997. № 36.

9. Пат. 2039294 РФ. Шахтный парогенератор / Ю.В.Шувалов и др. // Изобретения. 1995. № 19.

10. Пат. 2029098 РФ. Способ борьбы с пылью / Ю.В.Шувалов и др. // Изобретения. 1995. № 5.

11. Пат. 2277326 РФ. Искусственная почва / Ю.В.Шувалов, Ю.Д.Смирнов // Изобретения. 2006. № 6.

12. Пат. 2227803 РФ. Способ получения топливных брикетов / Ю.В.Шувалов, Ю.А.Нифонтов, В.И.Экгард и др. // Изобретения. 2004. № 5.

13. Пат. 2254360 РФ. Способ получения топливных брикетов / Ю.В.Шувалов, А.Е.Грищенко, С.Г.Волковская и др. // Изобретения. 2002. № 10.

14. Пат. 2208044 РФ. Легковоспламеняющийся топливный брикет / Ю.В.Шувалов, В.Б.Кусков, А.Н.Маковский, С.А.Маковский // Изобретения. 2002. № 5.

15. Производственная безопасность / Ю.В.Шувалов, С.Г.Гендлер, И.А.Павлов и др.; СПГГИ (ТУ). СПб, 2005.

16. Система пылеподавления и биопродуктивной рекультивации техногенных массивов на территории карьеров / Ю.В.Шувалов, С.А.Ильченкова, А.П.Бульбашев и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень. № 10 / МГГИ. М., 2005.

17. *Шувалов Ю.В.* Безопасность жизнедеятельности трудящихся в горно-добывающих регионах Севера / МАНЭБ. СПб, 2006.

18. *Экгардт В.И.* Повышение эффективности добычи угля в Печорском бассейне / В.И.Экгардт, Ю.В.Шувалов, Ю.А.Нифонтов; СПГГИ (ТУ). СПб, 2002.