УДК 622.454:662.815

Ю.Д.СМИРНОВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОЛГОЖИВУЩИХ ТВЕРДЕЮЩИХ ПЕН ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАБОЧИХ ПРОСТРАНСТВ ОТ ВЗРЫВОВ ПЫЛИ И ГАЗА

Добыча полезных ископаемых тесно связана с процессами воздействия человека на окружающую среду, в частности, ее загрязнением отходами производства и переработки.

В лаборатории кафедры безопасности производств и разрушения горных пород СПГГИ (ТУ) под руководством проф. Ю. В.Шувалова 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 такова, что 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.

In SPMI laboratory under the direction of prof. Y. V. Shuvalov series of measures aimed at protection of environment from harmful impact of technological processes during open-cast mining and underground operation of coal, which is nowadays the most popular power resource are carried out. In future coal will be one of the main resource, as it's supply may satisfy the needs of all branches of industry for a long period.

These researches were done with support from Saint-Petersburg Government, US CRDF, RF Ministry of Education and Science and REC-015 at SPMI, Russia.

Самым распространенным и значительным по количественным и качественным показателям топливно-энергетическим ресурсом в России является уголь.

Основными мировыми странами-экспортерами угля, добывающими его в значительных объемах, являются также США, Австралия, Канада, ЮАР, Китай и Польша.

Объемы добычи угля в России за последние 10 лет постоянно увеличиваются, при этом открытым способом добывается почти в 2 раза больше, чем подземным (рис.1) [6].

Деятельность предприятий угольной отрасли разрушает экосистемы и изменяет ландшафт, приводит к масштабному загрязнению атмосферного воздуха, а главное, к развитию хронических болезней и человеческим жертвам. Пыль и газообразные продукты в атмосфере горных выработок и на поверхности техногенного массива являются во многих случаях источниками профессиональных вредностей, а также опасностей возгораний и взрывов. Заболевания органов дыхания рабочих являются самыми распространенными (более 30 %) при добыче угля, взрывы газа и пыли в подземных выработках сопровождаются наибольшим числом жертв, а пожары – максимальным экономическим ущербом.

Разработка метаноносных пластов продолжает оставаться одним из основных факторов риска: взрывы метано-пылевоздушных смесей связаны с большими человеческими и экономическими потерями.

По официальным данным, в 2005 г. в Китае от затопления шахт, обрушений, пожаров и взрывов погибло около 6 тыс. шахтеров. В США, где техника безопасности соблюдается тщательнее, за тот же период по официальным данным погибло 22 человека [2].

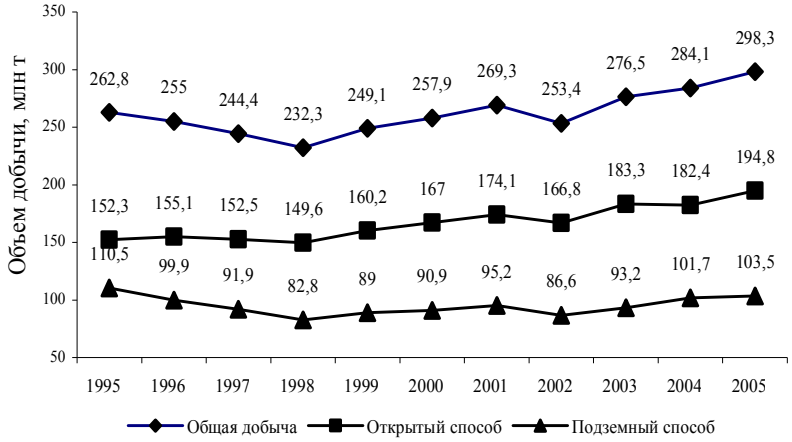


Рис.1. Показатели добычи угля в 1995-2005 гг.

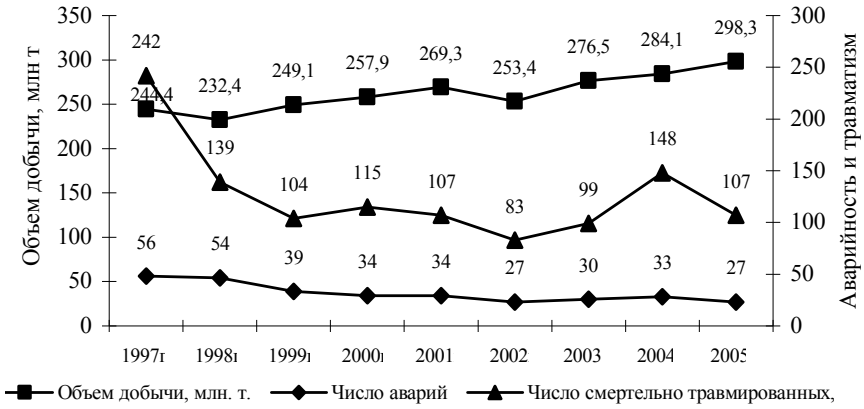


Рис.2. Динамика добычи угля, травматизма со смертельным исходом и аварийности на шахтах РФ

На рис.2 представлена динамика добычи угля, травматизма со смертельным исходом и аварийности за 1997-2005 гг. на шахтах РФ. За этот период в шахтах угледобывающих бассейнов России произошло около 100 взрывов именно метановоздушной смеси. Следует отметить, что взрывы происходят не только в сверхкатегорийных шахтах, но и в шахтах III, II и I категории по газу [7].

Постоянная опасность взрывов и пожаров в угольных шахтах нашей страны позволяет сделать вывод о явных недостатках существующих способов борьбы с пылевыделением и переносом, а также локализации пожаров. При постоянном улучшении применяемых способов вентиляции шахт, современных приборов газоанализа все чаще основной причиной пожаров и взрывов является человеческий фактор. В связи с этим необходима разработка новых систем защиты рабочей зоны угольных шахт от взрывов пыли и газа, исключающих влияние человека.

Выработанное пространство, примыкающее к очистным забоям, наиболее опасный объект во всем объеме шахтных выработок по условиям возникновения и поддержания аварийного состояния при пожарах и взрывах газа и пыли.

Разбавление газа, поступающего из окружающего массива, до безопасных концентраций вентиляционной струей свежего воздуха в основных выработках добычного участка еще не гарантирует безопасность ведения работ. Эпизодические «всплески» концентрации газа могут превышать допус-

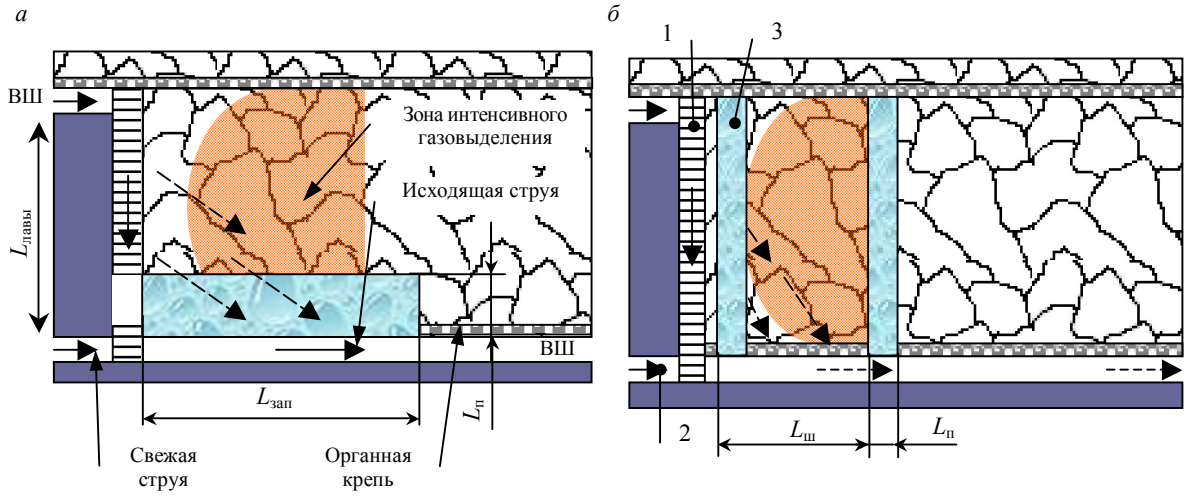


Рис.3. Варианты способа управления утечками воздуха в выработанном пространстве

тимые пределы и вызывать воспламенения газа, переходящие во взрывы газа и пыли.

Одним из перспективных способов управления газовым режимом выемочных участков, разработанных в лаборатории кафедры безопасности производств и разрушения горных пород СПГГИ (ТУ) под руководством проф. Ю.В.Шувалова, является использование шунтирующих аэродинамических сопротивлений в краевых зонах выработанного пространства у вентиляционного штрека (ВГИ) [3] (рис.3, *а*) и очистного забоя [4] (рис.3, *б*).

Первые способны снизить 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.

Данный способ (рис.3) осуществляется при разработке угольных пластов длинными очистными забоями с управлением горным давлением полным обрушением пород кровли за крепью при прямоточном проветривании выемочного участка. При горизонтальном запенивании 3 воздух поступает к очистному забою 1 и далее выходит из него к вентиляционному штреку 2. При этом часть воздуха проходит через зону повышенного метановыделения в выработанном пространстве, поступая на вентиляционный штрек вместе с метаном.

Суть способа заключается в цикличной подаче пены ограниченной устойчивости в выработанное пространство за механизированной крепью перед посадкой непосредственной кровли. Пена подается 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).

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

На основе изучения различных пенообразователей и стабилизаторов, патентного анализа данной темы и лабораторных испытаний был выбран оптимальный состав воздухонепроницаемой, твердеющей, экологически чистой и безопасной пены, отличающейся тем, что в качестве поверхностно-активного вещества она содержит сульфанол, в качестве стабилизатора и отвердителя карбамидоформальдегидную смолу КФ-Ж или КФ-МТ-15-2 (с пониженным содержанием формальдегида), аналог «Контакта Петрова» и воду.

За основу состава пены принята карбамидоформальдегидная смола КФ-Ж, которая представляет собой водную суспензию, негорючую, невзрывоопасную с плотностью 1,28 г/см^3. Токсичность смолы обусловлена

наличием в ней свободного формальдегида. В карбамидоформальдегидной смоле типа КФ-Ж содержание свободного формальдегида менее 1 %, а в КФ-МТ-15-2 менее 0,1 %, что значительно ниже допустимых норм. Срок хранения смолы 6 мес.

Аналог «Контакта Петрова» – сульфокислоты технические (ТУ 2471-005-55841212-2005) – однородная вязкая темно-коричневая жидкость плотностью 1136 кг/м^3, вязкостью 32 с по ВЗ-4 образуется при действии серной кислоты на высококипящие фракции нефти при очистке нефтепродуктов (керосина, газойля, солярного масла). В состав аналога «Контакта Петрова» входят 35 % нафтеновых сульфокислот, 15 % вазелинового масла, вода и небольшое количество свободной серной кислоты (менее 1 %). Он является не только пластификатором, но и отвердителем химических растворов, с его помощью достигается воздухонепроницаемость полученной пены.

Сульфанол – белый порошок, являющийся смесью натрий алкилбензосульфонатов на основе керосина [5].

В лабораторных условиях была получена пена и сделаны следующие выводы. Пена полностью высыхает в течение 20-25 дней и не разрушается. Плотность полученной пены не превышает 25 кг/м^3. Кратность пены достигает 35-45. 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 [1].

Заполнение пеной свободного пространства в пределах извлекаемой мощности пласта обеспечивает ее всплывание между кусками обрушающейся на нее непосредственной кровли, заполнение пустот и даже образующейся полости между непосредственной и основной кровлей за счет разрежения 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.

При таком способе управления газовыделением возможна попутная добыча шахтного метана с применением известных технологических схем подземной дегазации.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Использование устойчивых пен и фазовых переходов воды в системах управления пылевым режимом горнодобывающих предприятий / Ю.В.Шувалов, А.П.Бульбашев, Ю.Д.Смирнов, А.А.Каменский // Труды 5-й науч.-практ. конф. «Освоение минеральных ресурсов Севера: проблемы и решения». Воркута, 2007.

2. *Лашоф Д.* Что делать с углем? / Д.Лашоф, Р.Уильямс, Д.Хокинс // В мире науки. 2007. № 2.

3. Патент № 2100612 РФ. Способ предотвращения взрывов газа в выработанном пространстве / Ю.В.Шувалов и др. 1997. Бюл. № 36.

4. Патент № 2203425 РФ. Способ предотвращения взрывов газа в выработанном пространстве очистных забоев угольных шахт / Ю.В.Шувалов и др. 2003. Бюл. № 12.

5. *Портик А.А.* Все о пенобетоне / А.А.Портик, А.В.Савиных. СПб, 2005.

6. *Шувалов Ю.В.* Комплексное использование ресурсов и регулирование газового режима шахт Воркутинского месторождения / Ю.В.Шувалов, И.А.Павлов, А.П.Веселов; МАНЭБ. СПб, 2006.

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

Научный руководитель д-р техн. наук проф. *Ю.В.Шувалов*