

УДК 622.831.322

## **НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

Связев С.И., студент гр. ГБмоз-221, I курс  
Кузбасский государственный технический университет имени  
Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Развитие угледобывающей отрасли сопровождается созданием высокопроизводительных и эффективных технологий для повышения добычи угля, включая высокопроизводительное оборудование и модернизацию всего угольного производства. Это в свою очередь приводит к повышению опасного производственного фактора, воздействие которого на работающего может привести к острому отравлению, к внезапному ухудшению здоровья, к травме или смерти.

Отмечается, что средняя метанообильность шахт Кузбасса оценивается в 25 м<sup>3</sup> на 1 т добываемого угля, достигая на ряде шахт 60-80 м<sup>3</sup>/т, а на отдельных, особо метанообильных шахтах превышает эти величины в 1,5-2 раза. Существующими средствами дегазации, применяемыми в России, извлекается от 20 до 30% общего объема выделяющегося метана. Вследствие малого объема дегазационных работ и недостаточной их эффективности на многих газообильных шахтах России сохраняется газовый барьер, препятствующий дальнейшему наращиванию скоростей проведения выработок и больших нагрузок на очистные забои. По данной причине в угледобывающей промышленности сформировалась ситуация, когда технические возможности очистных комплексов на пологих пластах во много раз превышают допустимую нагрузку на лаву по газовому фактору.

Основным и опасным спутником добычи угля является угольный метан, который бесцветен, не имеет запаха и, главное, он с воздухом образует взрывоопасные смеси. Метан, содержащийся в угольных пластах, был и остается главной опасностью для горняков, его внезапные неконтролируемые выбросы и взрывы при ведении подземных горных работ являются наиболее опасными и крупномасштабными авариями во всем мире [1]. К проблемам вызванным большим содержанием метана и высокой напряженностью массива в зонах повышенного горного давления (ПГД) при выемке угля в очистных забоях относятся внезапные выбросы угля (породы) и газа. Этим также объясняется низкая производительность труда и высокая степень травматизма при ведении подземных работ. Развитие угледобывающей промышленности замедляется не только объективной трудоемкостью горных работ, но и разработкой месторождений с сложными горно-геологическими и

горнотехническими факторами, что приводит к сильному повышению травматизма.

Внезапный выброс (выдавливание) угля и газа или выброс породы и газа представляет собой опасное и сложное газодинамическое явление, возникающее в газоносных угольных пластах и породах и характеризующееся быстроразвивающимся разрушением массива с отбросом (смещением) горной массы и выделением газа в горную выработку [2].

Эффективность подземной отработки угольного пласта изначально зависит от состояния вмещающих пород. Происходящие в горных массивах геомеханические процессы при очистной выемке механизированными комплексами лавами в большей или меньшей степени усугубляют это положение. Особенно значительные негативные последствия имеют место в механизированных лавах, когда в кровле пласта залегают монолитные труднообрушаемые кровли. Опасность состоит в том, что тяжелая по нагрузочным свойствам кровля не способна обрушаться периодически с стабильным шагом обрушения, а зависает на больших площадях над выработанным пространством (рис.1).

В случае, отработки лавы с труднообрушающейся кровлей, когда мощность непосредственной кровли не позволяет обеспечить необходимого подбучивания основной кровли, то при зависании основной кровли возникает повышенное опорное давление, которое передается на пласт через непосредственную кровлю. Непосредственная кровля деформируется под воздействием опорного давления, в результате чего происходит ее раздавливание и возникают дополнительные линии скольжения. Раздавливание непосредственной кровли приводит к увеличению зависания основной кровли, возрастанию интенсивности и ширины зоны опорного давления. Следовательно, увеличивается нагрузка на призабойную часть выемочного участка, создавая повышенные напряжения, что способствует повышению риска внезапного выброса или выдавливания угля и газа.

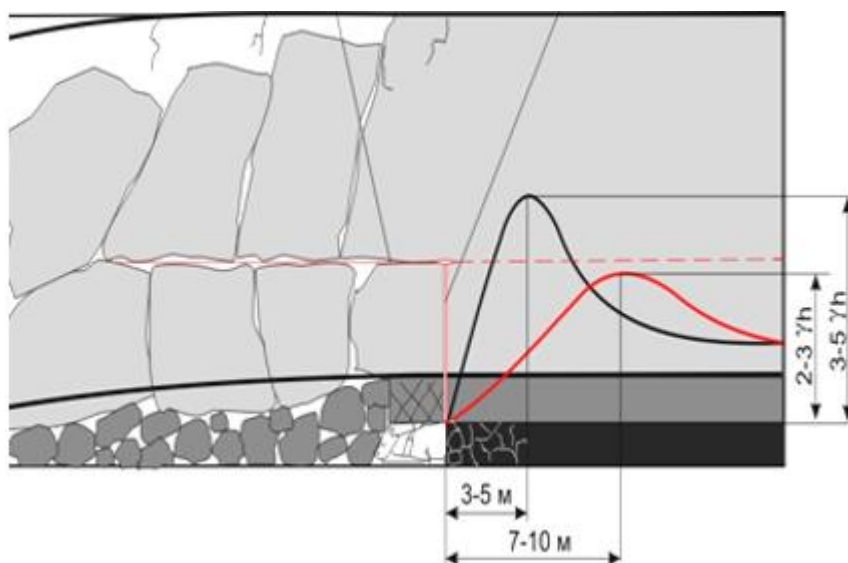


Рисунок 1. Схема формирования нагрузок на призабойную часть лавы с труднообрушающейся кровлей.

В случае отработки угольного пласта опасного по внезапным выбросам угля и газа в совокупности с залегающими над обрабатываемым участком труднообрушаемыми кровлями, возрастает риск возникновения газодинамических явлений, при проявлении которых наносится ущерб горнодобывающему предприятию в связи с длительной остановкой горных работ, а также приводит к травматизму и гибели горняков.

*Метод направленного гидроразрыва труднообрушаемых кровель.*

Существующие методы разупрочнения труднообрушающихся пород (передовое торпедирование, гидромикро-торпедирование и т. д.) [3], несмотря на опытную длительную проверку, не дали положительных результатов.

В институтах ИУ ФИЦ УУХ СО РАН и ИГД СО РАН предложен и разработан принципиально новый метод управления труднообрушаемыми кровлями – метод направленного гидроразрыва, который позволяет исключить площадное зависание пород и резкие и внезапные динамические воздействия ее на механизированные комплексы в период первичной и последующих осадок, а также обеспечить сохранность повторно используемых горных выработок в зоне выемочных работ [4-6].

Сущность способа направленного гидроразрыва заключается в том, что разупрочнение пород кровли осуществляют созданием под действием подводимой гидравлической энергии одной или нескольких протяженных щелей, имеющих заданную ориентацию (рис.2). Создание ориентированных направленных трещин в породах кровли пласта над очистным забоем позволяет снизить вторичный и последующие шаги обрушения основной кровли, снизить максимум опорного давления и напряженное состояние краевой части угольного пласта вблизи очистного забоя.

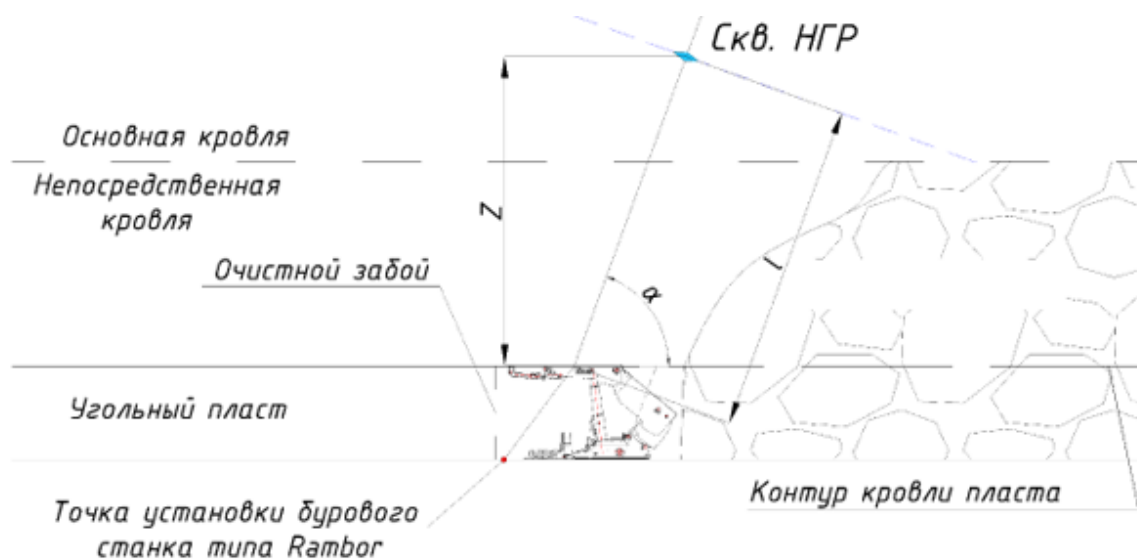


Рисунок 2. Схема оперативного разупрочнения основной кровли пласта методом направленного гидроразрыва из очистного забоя.

Расслоение прочных монолитных кровель является технологической операцией, которая необходима и полезна не только для облегчения работы крепей и выемочных комплексов, но и осуществления борьбы с такими динамическими явлениями, как горные удары и внезапные выбросы угля и газа. Предлагаемый способ управления кровлей с той или иной мерой эффективности сможет решать задачи борьбы с динамическими явлениями, и это окажется полезным также и для предотвращения таких явлений как отжимы угля, куполообразование и др., представляющие большую опасность для жизни шахтеров и наносят ощутимый материальный ущерб угольной промышленности.

Далее рассмотри интенсификацию дегазации методом поинтервального гидроразрыва.

#### *Поинтервальный гидроразрыв угольного пласта.*

Исследованием и разработкой новых методов извлечения метана из угольных пластов в период до начала ведения очистных и подготовительных работ занимается множество организаций [8-14].

По аналогии с нефтяными и газовыми месторождениями предлагались технологии применения дегазации угольных пластов с поверхности через вертикальные и наклонно-направленные дегазационные скважины. Это требует дополнительной разработки специального бурового оборудования, поэтому направленные скважины бурятся с поверхности только в тех случаях, когда угольный пласт залегает неглубоко от поверхности и затраты на бурение таких скважин не будут превышать затраты на бурение скважин из горных выработок [15,16].

Преимущество поинтервального гидроразрыва заключается в меньшей трудоемкости и проведение работ непосредственно из горной выработки захватывая большую площадь обработки пласта.

Ориентированный поинтервальный гидроразрыв применяют для снижения сроков и повышения степени предварительной дегазации угольных пластов в шахтных условиях. Его суть состоит в формировании в угольном массиве системы трещин гидроразрыва по заданному направлению, предназначенных для частичной разгрузки массива горных пород, создания в нем фильтрационных каналов для дренирования (осушения) пород и их дегазации (рис.3).

Увеличение проницаемости призабойной зоны продуктивного угольного пласта при использовании гидроразрыва происходит за счет образования новых трещин или расширения и углубления в нем естественных трещин. Трещины, образовавшиеся в процессе ориентированного поинтервального гидроразрыва пласта, могут достигать в длину нескольких десятков метров и, соединяясь между собой, значительно увеличивают проницаемость

дегазационной скважины. Метод гидровоздействия является на сегодняшний день одним из самых эффективных способом увеличения дебита извлекаемого метана из скважины. При использовании данного метода происходит увлажнение угольного массива что в некоторой степени позволяет снизить запыленность горных выработок при выемке угля. Угольная пыль является одним из вредным производственным фактором.



Рисунок 3. Технологическая схема применения метода поинтервального гидроразрыва в скважинах предварительной дегазации выемочного столба.

Для обеспечения безопасных условий и снижения рисков возникновения газодинамических явлений предлагается выполнять горные работы с дополнительными мероприятиями по интенсификации предварительной дегазации методом поинтервального гидроразрыва для снижения газообильности и увлажнения отрабатываемого пласта в период предварительной дегазации (заблаговременно до начала работ) в комплексе с мероприятиями по управлению труднообрушаемыми кровлями методом направленного гидроразрыва во избежание накопления повышенного горного давления и напряженности угольного массива как в период первичной посадки основной кровли, так и для снижения последующих осадков.

Представленные методы при внедрении на производственные предприятия позволят не только увеличить темпы горных работ, но и обеспечить безопасность работников угольного предприятия.

#### Список литературы

1. Клишин В. И. Обоснование параметров устройства для поинтервального гидроразрыва при пластовой дегазации угля. 2018. 134с.
2. РД 05-350-00. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля (породы) и газа.

3. Инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. – Л., 1991. – 102с. ВНИМИ.
4. Чернов О.И. Гидродинамическая стратификация монолитных пород в качестве способа управления труднообрушаемой кровли // ФТПРПИ. – 1982. - № 2. – с. 18-22.
5. Клишин В.И. Адаптация механизированных крепей к условиям динамического нагружения. – Новосибирск: Наук, 2002. –200с.
6. Клишин В.И., Зворыгин Л.В., Лебедев А.В., Савченко А.В. Проблемы безопасности и новые технологии подземной разработки угольных месторождений. – Рос. Акад. Наук, Сб. отд-ние, Ин-т горного дела. – Новосибирск: Издательский дом «Новосибирский писатель», 2011 -524.
7. Трубецкой К.Н., Рубан А.Д., Забурдяев В.С. Методология обоснования способов и параметров дегазации угольных шахт // ФТПРПИ. – 2011. – №
8. Рубан А.Д., Забурдяев В.С., Забурдяев Г.С. Матвиенко Н.Г. Метан в угольных шахтах и рудниках России: прогноз, извлечение и использование. – М.: ИПКОН РАН, 2006. -312с
9. Ножкин Н.В. Заблаговременная дегазация угольных месторождений. – М.: Недра, 1979 -271с.
10. Сергеев И.В. Забурдяев В.С. и др. Управление газовой выделением в угольных шахтах при ведении очистных работ. – М.: Недра, 1992. – 256с.
11. Сластунов С.В. Заблаговременная дегазация и добыча метана из угольных месторождений. – М.: Изд-во МГГУ, 1996. -441с.
12. Малышев Ю.Н., Худин Ю.Л., Васильчук М.П. и др. Проблемы разработки метаноносных пластов в Кузнецком угольном бассейне. – М.: Изд-во Академии горных наук, 1997. -463с.
13. Пучков Л.А., Сластунов С.В., Федунец Б.И. Перспективы добычи метана в Печорском угольном бассейне. – М.: Изд-во МГГУ, 2004. -557с.
14. Трубецкой К. Н. [и др.] Фрактальная структура нарушенности каменных углей и их предрасположенность к газодинамическому разрушению // Доклады академии наук. – 2010. – Т. 431. – № 6. – С.1-4.
15. Сикора, П. Особенности заблаговременной дегазации угольных пластов методом бурения скважин с поверхности / П. Сикора, Д. Смыслов, О. Плетнер // Глюкауф. – 2008. – №1. – С. 39-45.
16. Ремезов, А.В. Анализ развития технологии и способов направленного бурения дегазационных скважин: вертикальных, наклонных и горизонтальных / А.В. Ремезов, В.О. Торро // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. – 2019. – № 1. – С. 53-74.

Выражаю благодарность за научное руководство Фомину Анатолию Иосифовичу, заведующему кафедрой аэрологии, охраны труда и природы ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва»