

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ В ШАХТАХ АВАРИЙ С КАТАСТРОФИЧЕСКИМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ

Владимир Аркадьевич Скрицкий

Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный пр., 54, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, тел. (383)205-30-30, доп. 194, (913)766-24-53, e-mail: scritsky@mail.ru

Доказано что при отработке подземным способом пологих и наклонных угольных пластов в действующих выемочных участках взрывы метана, причем зачастую с катастрофическими последствиями, стали происходить после перехода на высокопроизводительную отработку выемочных столбов. Установлено что при высокопроизводительной отработке выемочных участков первичное воспламенение и взрывы метана происходят в выработанном пространстве, где они инициируется возникшими, но не обнаруженными очагами самовозгорания угля. Из выработанного пространства взрывной волной из-под купола обрушения пород в очистной забой и в прилегающие выработки выбрасывается горящий метан, где происходит развитие взрыва, но уже с участием в нем угольной пыли. Предложены технические решения для предотвращения подобных аварий.

Ключевые слова: очистной забой, выработанное пространство, угольный целик, опорное горное давление, механодеструкция, очаг самовозгорания, взрыв метана.

REASONS OF MINE ACCIDENT OCCURRING WITH DISASTROUS CONSEQUENCES

Vladimir A. Skritsky

Chinakal Institute of Mining SB RAS, 54, Krasny Prospect St., Novosibirsk, 630091, Russia, D. Sc., Leading Researcher, phone: 8(383)205-30-30, extension 194, (913)766-24-53, e-mail: scritsky@mail.ru

In the work it is proved that methane explosions with disastrous consequences have become after conversion to high-effective mining of extraction pillar during mining flat and steep coal seams at functioning extracting areas. It is established that during high-efficient mining of extracting areas, first combustion and methane explosions happen at worked space, where they are initiated with occurred and non-noticed places of coal self-ignition. From worked space burning methane outbursts by explosion wave from the cove to the working face and near workings where the explosion develops with coal dust presence. Technical solutions for prevention such accidents are proposed.

Key words: working face, worked space, coal pillar, bearing pressure, mechanical destruction, place of self-ignition, methane explosion.

В шахтах Кузбасса за период с 16.06.1992 г. по 24.08.2010 г. произошло 40 аварий различного вида, в том числе 24 взрывов метана. При упомянутых 40 авариях, погибло 538 человек, из которых 479 (89 %) – при взрывах метана [1].

Наиболее разрушительными и мощными, в том числе по травматическому воздействию на людей, взрывы метана происходят в шахтах, в которых пологие

и наклонные угольные пласты отрабатываются высокопроизводительными механизированными очистными забоями. За указанный выше 18-летний период в шахтах Кузбасса, отрабатывающих пологие пласты, произошло 14 взрывов метана, при которых было смертельно травмировано 443 шахтера, что составило 92,5 % от всего числа людей, погибших при взрывах метана, произошедших в шахтах за рассматриваемый период (в среднем 31,6 чел./взрыв). При остальных 10 взрывах метана, произошедших в шахтах отрабатывавших крутые угольные пласты, погибло 36 человек, в среднем 3,6 чел./взрыв. И это притом, что ранее, до внедрения высокопроизводительных технологических схем отработки пологих и наклонных угольных пластов взрывы метана при их отработке практически происходили.

Особенность произошедших взрывов метана при высокопроизводительной отработке пологих угольных пластов заключается в том, что они обычно происходят неожиданно. В это время люди, занятые выполнением производственных процессов на своих рабочих местах, попадают под воздействие взрывных волн. Именно поэтому при взрывах метана наблюдается групповой производственный травматизм.

Отработка пологих угольных пластов традиционно производится длинными столбами по простиранию с обрушением пород кровли (ДСО). Пунктом 2.2.2 «Инструкции по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса» регламентировано, что, при отработке выемочных столбов со скоростью более 90 м/мес., обеспечивается их пожаробезопасная отработка [2]. В настоящее время скорость подвигания очистных забоев существенно превышает 100м в месяц, что формально соответствует требованиям упомянутой «Инструкции ...» о пожаробезопасной отработке выемочных столбов системой ДСО. Однако, необходимо отметить, что вывод о пожаробезопасных скоростях отработки выемочных столбов был сформулирован на основании результатов исследований, выполненных в 60-70-ты прошедшего века, когда выемочные участки проветривались по возвратноточной схеме, а суточная добыча угля не превышала 1 тыс. тонн. Тогда же для предотвращения возникновения эндогенных пожаров в выработанном пространстве действующих выемочных участков был введен запрет на применение прямоточных схем проветривания выемочных участков, при отработке пластов, уголь которых склонен к самовозгоранию.

Когда производительность очистных механизированных комплексов многократно повысилась, то в выемочных участках, проветриваемых возвратноточным способом, возникли проблемы, обусловленные повышением концентрации метана не только в зоне сопряжения выработанного пространства с воздухоотводящими из лавы штреками, но и в самих воздухоотводящих штреках. Тогда для проветривания высокопроизводительных выемочных участков стали использовать различные сочетания прямоточных и возвратноточных схем проветривания, назвав их «комбинированным способом проветривания».

При таких способах проветривания до 30 % воздуха (на шахте Распадская до 45%), поступающего к очистному забою, удаляется через выработанное про-

странство. В выработанном пространстве, в результате поступления воздуха, создаются условия способствующие возникновению очагов самонагрева и самовозгорания угля. При этом в большом количестве воздуха, перепускаемом через выработанное пространство, концентрация оксида углерода (СО) и других индикаторных газов, выделяющихся при окислении угля, «разжижается» до пожаробезопасных значений. Поэтому в пробах воздуха, отбираемых из выработанного пространства, как правило, не обнаруживаются повышенные концентрации СО и других индикаторных газов. По этой причине до настоящего времени принято считать, что при высокопроизводительной отработке выемочных столбов очаги самонагрева угля в выработанном пространстве не успевают развиваться, соответственно, не возникают и очаги самовозгорания угля. Поэтому при расследованиях взрывов метана, произошедших в действующих высокопроизводительных выемочных участках, участие очагов самовозгорания угля во взрыве метана, как правило, даже не принимается во внимание.

Взрывы метана, особенно с участием в них угольной пыли, сопровождаются повреждениями крепления горных выработок и оборудования, находящегося в них, в том числе и кабельных сетей. Наличие таких разрушений и поврежденного оборудования, в том числе изолирующих самоспасателей с пробитыми корпусами, из которых произошло выгорание кислородосодержащего продукта, позволяет заинтересованным сторонам, принимающим участие в расследовании аварий объяснить практически любой произошедший взрыв метана случайными стечениями обстоятельств, в том числе, сочетающихся с нарушениями Правил безопасности, допущенными самими пострадавшими при аварии. Поэтому при расследовании взрывов метана, произошедших в высокопроизводительных выемочных участках, выискивались не очаги самовозгорания угля, а иные различные источники воспламенения метана. В одном случае воспламенение метана объяснялось искрением в выработанном пространстве при фрикционном трении обрушающихся пород кровли (шахта «Антоновская» 2002г.). В других случаях – чаще искрением в поврежденных электрических кабелях: – ш. «Алардинская» 2003г.; – ш. «Тайжина» 2004г.; – ш. «Ульяновская» 2007г.; – ш. «Юбилейная» 2007г. К сожалению, к подобным выводам об источниках воспламенения и взрывов метана чаще сводятся результаты расследований [3, 4].

Из подобных заключений о причинах, произошедших в шахтах взрывов метана, следует, что для предотвращения таких аварий отсутствует необходимость в проведении специальных исследований с последующим внесением изменений в технологию отработки выемочных участков и в действующие нормативные документы, регламентирующие безопасный порядок ведения горных работ [5]. В результате взрывы метана, происходящие не только в шахтах Кузбасса, стали представлять собой однотипные аварии, на предотвращение которых не оказали и не оказывают влияния результаты расследований ранее произошедших подобных аварий.

Известно, что в процессе механической работы, совершаемой силой опорного горного давления по разрушению краевой части пласта, температура де-

формируемого угля возрастает и становится на 25-30°C выше, чем температура окружающего углепородного массива [6]. Таким образом, в результате воздействия опорного горного давления в краевой части угольного пласта в выработанном пространстве образуются нагретые и при этом не окисленные массы раздавленного угля, в котором скорость окислительных процессов возрастает. При поступлении воздуха в таком угле возникают очаги самонагрева, которые со временем могут развиваться до стадии самовозгорания. Однако до настоящего времени ни при разработке проектов отработки выемочных участков, ни при расследовании аварий не принимается во внимание участие горного давления в возникновении очагов самонагрева угля и последующего их развития до стадии самовозгорания.

Исторически сложившийся порядок отработки выемочных столбов заключается в том, что отработка начинается от минимальной высотной отметки выемочного столба в направлении максимальной. Поэтому на протяжении всего времени отработки выемочного столба в не проветриваемом куполе обрушения пород, непосредственно за линией ведения очистных работ, из выделяющегося в выработанном пространстве метана, формируется «облако» метана, в слоевом скоплении которого концентрация метана может достигать 80-90 % и более.

Когда в выработанном пространстве, от возникшего, но не обнаруженного очага самовозгорания угля (о чем сказано выше), воспламеняется метан, то в выработанном пространстве происходит первичный взрыв метана. Взрывной волной в действующий очистной забой и в примыкающие к нему проветриваемые горные выработки из-под купола обрушений пород происходит залповый выброс большого объема метана высокой концентрации, как при внезапном выбросе. В отличие от внезапного выброса – горящего метана, но без угля.

Отложения угольной пыли, находящиеся в лаве и выработках выемочного участка, взрывной волной переводятся во взвешенное состояние. Одновременно туда же из выработанного пространства взрывной волной происходит залповый вынос и горящего метана. В потоке проходящего воздуха высокая концентрация горящего метана в проветриваемых выработках снижается до взрывчатой концентрации. В результате, в очистном забое и в примыкающих к нему горных выработках, куда произошел залповый вынос горящего метана, происходят вторичные взрывы, но уже с участием в них угольной пыли.

Описанным механизмом возникновения и развития взрывов метана представляется возможным объяснить, в результате чего в последние годы в штатно проветриваемых высокопроизводительных выемочных участках шахт «Ульяновская», «Юбилейная» и других, а также шахты «Зыряновская», (на которой 02.12.1967г. при взрыве метана погибло 67 человек), внезапно образовывалась взрывчатая концентрация метана и происходили взрывы. Находится объяснение источника огня, от которого происходит воспламенение метана, которое перерастая во взрыв, из выработанного пространства распространяется по очистному забою (лаве) и по примыкающим к нему горным выработкам.

Для наглядности протекания процессов, приводящих к взрывам метана в действующих выемочных участках, схематично на рис. 1 представлена реконструкция, развития аварии, произошедшей в шахте «Ульяновская». Реконструкция выполнена в ИГД СО РАН по описанному выше механизму возникновения и развития взрывов метана с использованием материалов имеющих в акте расследования аварии [7].

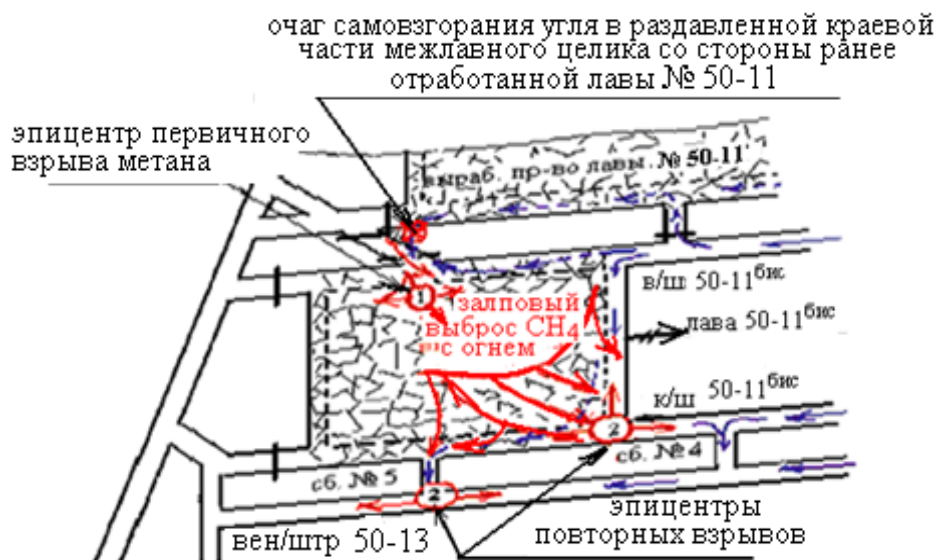


Рис. 1. Схема распространения взрыва метана из выработанного пространства в действующие горные выработки:

1 – эпицентр первичного взрыва метана, произошедшего в выработанном пространстве; выработки, где: 2 – эпицентры вторичных взрывов метана, произошедшие в лавах и в действующих горных выработках

В настоящее время, при ведении очистных работ в выемочных столбах, отработываемых в исторически сложившемся направлении, совмещать с дегазацией выработанного пространства, примыкающего к линии очистной выемки, с ведением очистных работ, и наоборот, практически невозможно. Это обусловлено тем, что зона в выработанном пространстве, в которой скапливается метан и откуда его следует удалять, постоянно перемещается вслед за очистным забоем. Поэтому в действующих высокопроизводительных выемочных участках дегазация выработанного пространства, как правило, не производится. Соответственно практически весь метан, выделяющийся в процессе отработки выемочных столбов (в очистном забое и в выработанном пространстве), удаляется средствами вентиляции, на что требуется большой расход воздуха. В тоже время большое количество поступающего воздуха предопределяет возможность возникновения в выработанном пространстве очагов самовозгорания угля.

При производительности очистных забоев более 5-6 тыс. тонн в сутки и относительной метанообильности пластов 10-12 м³ на каждую тонну добываемого угля, для проветривания выемочных участков приходится подавать

от 1000 до 1200 м³/мин воздуха и более. Большое количество воздуха, движущегося по вентиляционному штреку вдоль междулавного штрека, прорезанного вентиляционными сбойками, предопределяет поступление утечек воздуха в выработанное пространство ранее отработанного выемочного столба, минуя изолирующие сооружения, возведенные в вентиляционных сбойках.

В выработанном пространстве ранее отработанного выемочного столба, возникшие там, но не развившиеся очаги самонагрева угля, благодаря поступлению к ним утечек воздуха, активизируются и со временем могут развиваться до стадии самовозгорания. Если на момент возникновения очага самовозгорания угля в смежном выемочном столбе еще будут вестись очистные работы, то весьма высока вероятность того, что огонь через раздавленную вентиляционную сбойку, распространится в выработанное пространство действующего очистного забоя, со всеми вытекающими из этого последствиями, описанными выше.

Чтобы в дальнейшем исключить в шахтах взрывы метана, подобные взрывам, произошедшим в шахтах «Ульяновская», «Юбилейная» и в других, достаточно в пределах выемочных столбов изменить направление их отработки – с восстающего на нисходящее, как это представлено на рис. 2 [8].

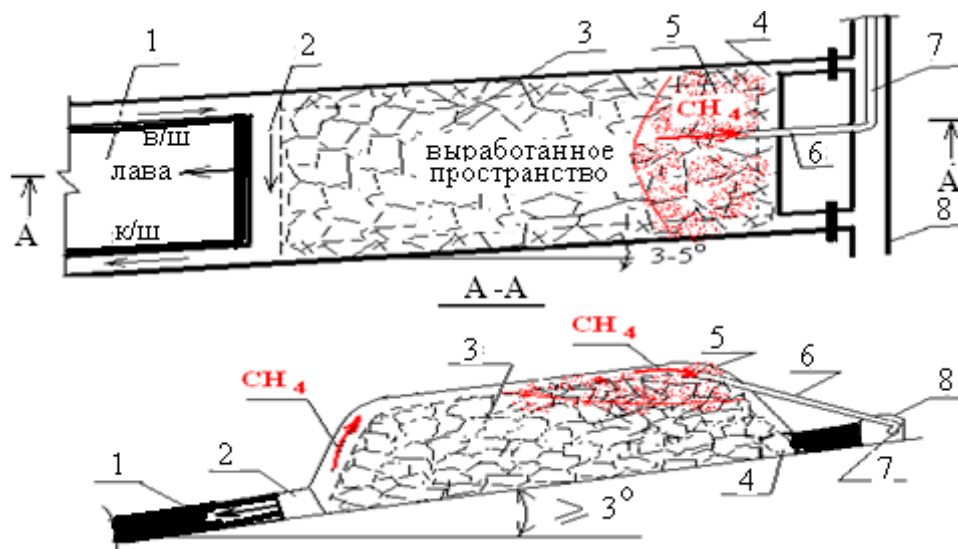


Рис. 2. Способ дегазации выработанного пространства при отработке пологих и наклонных пластов системой ДСО:

- 1- отработываемый лавой выемочный столб; 2 - призабойное пространство лавы; 3 - выработанное пространство; 4 - монтажная камера лавы; 5 - «метановое облако» в куполе обрушения над монтажной камерой; 6 - дегазационная скважина, пробуренная с флангового бремсберга (уклона); 7 - дегазационный трубопровод; 8 - фланговый бремсберг (уклон)

При нисходящем порядке отработки выемочного столба, как это представлено на рис. 2 весь метан, выделяющийся в выработанном пространстве, будет скапливаться в куполе обрушения в районе монтажной камеры, что предохра-

деляет возможность в процессе ведения очистных работ производить дегазацию выработанного пространства. Из одного выемочного участка дебит каптируемой газовой смеси с концентрацией метана 80-90% может достигать 10-15 м³/мин и более. Газ такой концентрации может успешно утилизироваться. В балансе метановыделения в процессе отработки выемочных столбов, в зависимости от метанообильности отрабатываемого пласта и включающего его углелесного массива, на долю метана, выделяющегося в выработанном пространстве, приходится от 50 до 80% от всего количества метана, выделяющегося при отработке выемочного участка. Поэтому, благодаря дегазации, количество воздуха, необходимое для проветривания выемочного участка снизится не менее чем в 1,5-2 раза.

Помимо экономического эффекта от утилизации метана и от снижения затрат на электроэнергию, используемую для подачи в шахту воздуха, промышленное использование разработанного в ИГД СО РАН способа дегазации выработанного пространства имеет большую социальную значимость, которая обусловлена предотвращением в шахтах взрывов метана, которые протекают с групповым производственным травматизмом преимущественно со смертельным исходом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колесниченко Е. А., Колесниченко И. Е. Причины и возможные методы предотвращения взрывов метана и пожаров в шахтах России. – М. : Горная промышленность. – 2004. – № 1.
2. Инструкция по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса / Кемерово, ВостНИИ, 2007. – 77 с.
3. Карта учета аварии на шахте шахта ЗАО "Антоновская" по ш/у "Антоновское", возникшей "02" апреля 2002 года.
4. Акты расследования взрывов на шахтах «Ульяновская» и «Юбилейная».
5. Опарин В.Н. Причины и возможности предотвращения взрывов метана и эндогенных пожаров в угольных шахтах Кузбасса / В.Н. Опарин, В.А. Скрицкий // М: Горная промышленность. – 2010г, № 3. – С 50-56.
6. Скрицкий В.А. Механизм возникновения очагов самовозгорания угля в шахтах и способы их предотвращения. – Новосибирск : ФБОУ ВПО «НГAVT», 2013. – 278 с.
7. Тапсиев А. П., Скрицкий В. А. Горное давление как фактор, инициирующий возникновение очагов самонагревания угля в шахтах // Сб. трудов научной конференции с участием иностранных ученых (10-13 октября 2006 г.) «Фундаментальные проблемы формирования техногенной среды». Том I. «Геотехнология». – Новосибирск, ИГД СО РАН, 2007. – С. 173–177.
8. Патент на изобретение № 2360128 (Россия), МПК E21F 7/00. Способ дегазации выработанного пространства / Скрицкий В. А., Кулаков Г. И. / Заявлено 29.01.2008. – Опубл. 27.06.2009. – Б.И. – № 18.

© В. А. Скрицкий, 2019