

Сегодня мы публикуем — с незначительными сокращениями — работу Максима Вишнякова

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА ПАРАМЕТРОВ МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ КУЗБАССА

На всех угольных предприятиях Кузбасса принят четырехсменный режим работы, независимо от того, какой комплекс применяется. В графике работ расписаны все операции, которые должны выполняться в течение суток. При этом нагрузка на очистной забой между добычными сменами распределяется неравномерно.

В первую ремонтно-профилактическую смену выполняются следующие работы: ревизия электроаппаратуры, ревизия выемочного комбайна, планово-предупредительный ремонт, передвижка телескопического перегружателя, передвижка энергопоезда, осланцевание горных выработок, доставка материалов и оборудования, прогнозы на удароопасность или внезапные выбросы.

Во вторую смену выполняется: усиление крепления вентиляционного штрека для сохранения, усиление конвейерного штрека, выемка угля, передвижка секций крепи, передвижка лавного конвейера, концевые операции на верхнем и нижнем сопряжениях, подготовительно-заключительные операции.

В третью и четвертую смены выполняются практически те же операции, что и во вторую смену.

Нагрузка на очистные и подготовительные забои напрямую зависит от газовыделения. Рассчитывается количество подаваемого воздуха для их проветривания из планируемых объемов добычи полезного ископаемого в месяц.

Например, если суточная добыча составляет 3000 тонн угля, для проветривания очистного забоя требуется 2500 м<sup>3</sup>/мин при абсолютном газовыделении в 5 м<sup>3</sup>/мин., при добыче 5000 тонн угля потребуется уже 3500 м<sup>3</sup>/мин. для проветривания лавы. Но при незапланированном увеличении добычи угля в ночные смены подаваемое количество воздуха остается постоянным, что приводит к недостаточному проветриванию очистного забоя, к увеличению выделяемых объемов газа метана из отбитого угля и, как следствие, возрастанию его концентрации. Горные выработки при таких выделениях газа метана не успевают проветриться.

Ряд аварий, произошедших на шахтах «Зырянская», «Тайжина», «Есаульская», «Ульяновская», «Юбилейная», свидетельствует об этом. Проанализируем причины аварий, произошедших на этих шахтах.

### Шахта «Зырянская» АО «УК «Кузнецкуголь». 2 декабря 1997 года

Причиной аварии и группового несчастного случая явился взрыв метанопылевоздушной среды, образовавшейся в нижней части лавы (1-8 секции комплекса КМ-138) в процессе работы комбайна 2ГШ-68Б в месте его нахождения. Источником воспламенения метанопылевоздушной смеси явился открытый источник огня, возникший в результате разрушения комбайном при его движении вверх по лаве изолирующего самоспасателя ШСС-1У (заводской №09834-09-96) и загорания кислородосодержащего продукта, находящегося в нем. Температура горения этого продукта превышает 1000 градусов.

Накопление метана (местное скопление) до взрывоопасного содержания в труднопроветриваемой зоне между шнеками, корпусом комбайна и грудью забоя произошло в результате повышенного выделения его из отбитого угля и значительного сокращения воздухообмена в призабойном пространстве между плоскостью забоя и комбайном. Расход воздуха в этой зоне над комбайном составил 210 м<sup>3</sup>/мин., а между шнеками 140 м<sup>3</sup>/мин., что привело к возрастанию концентрации метана до 4,2% при средней по сечению лавы (0,8%). Повышению концентрации метана в этом районе способствовало выделение его из трещин в почве пласта.

Наряду с увеличением содержания метана в месте расположения комбайна при его работе происходила интенсивное пылеобразование с концентрацией взвешенной в воздухе угольной пыли выше нижнего предела ее взрываемости, составляющей 14 г/м<sup>3</sup>, что привело к образованию

График организации работ в очистном забое  
с прогнозом на удароопасность через 2м отхода лавы

Лексикографическая работа	Длительность, мин.	Объем работ, м	1 СМЕНА				2 СМЕНА				3 СМЕНА				4 СМЕНА					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Ревизия э. аппаратуры	300	-																		
Профилактический осмотр комбайна	300	-																		
Планово-предупредительный ремонт	300	-																		
Передвижка ЛСМ 30, энергопоезда	300	-																		
Концевые операции на нижнем сопряжении	60	270,0																		
Защелка дорожки	30	270,0																		
Концевые операции на верхнем сопряжении	30	26,6																		
Зарядка комбайна	10-15	-																		
Выемка угля	60	270,0																		
Передвижка секций крепи	60	298																		
Передвижка лавного конвейера	60	270,0																		
Подготовительно-заключительные операции	10-15	-																		
Усиление крепления вентиляционного штрека для сохранения, усиление конв. штр.	280	-																		
Осланцевание выработок	330	-																		
Обработка выработки в месте перетурки № 254 от. лавы	60	-																		
Заправка резервуара кальциклитом	10	-																		
Доставка шлангов и оборудования	330	-																		
Прогноз на удароопасность цв штроек	285	-																		
Прогноз на удароопасность цв лавы	105	-																		

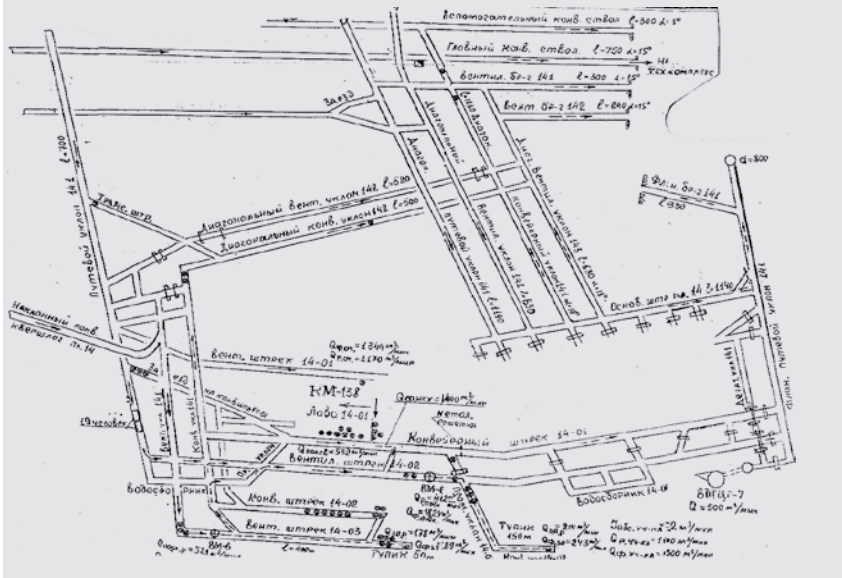


Схема аварийного участка шахты «Зыряновская»

взрывчатой пылеметановоздушной среды. Нижний предел воспламенения смеси взвешенной угольной пыли и метана ниже, чем отдельных составляющих ее компонентов (метана 2% и взвешенной угольной пыли 3,5 г/м<sup>3</sup>).

Наличие открытого источника пламени в этой среде вызвало взрыв пылеметановоздушной смеси; образовавшаяся при этом ударная волна привела во взвешенное состояние отложившуюся угольную пыль с элементов секций крепи КМ-138 из выработанного пространства лавы и прилегающих к ней выработок.

Создание пылевзрывоопасной обстановки на аварийном участке явилось следствием:

- высокого уровня запыленности при основных процессах: добыче угля, передвижении секций крепи, транспортировке угля конвейерами; обусловленных низкой естественной природной влажностью пласта (2,7%) и плохой смачиваемостью углей марки Ж;

- выполнения не в полном объеме мероприятий по борьбе с пылью, предусмотренных проектом и паспортом выемочного участка (предварительное увлажнение угля в массиве производилось некачественно, и не использовались смачивающие добавки (ДБ);

- наличия отложений угольной пыли в закрепленном пространстве выработок, прилегающих к лаве, в уклонах и выработанном пространстве лавы.

По характеру обрушения выработок, направлению деформированной и опрокинутой крепи, элементов металлоконструкций ленточных конвейеров, разрушенных бетонных перемычек в шлюзах и изолирующих

перемычек со стороны движения ударной волны, а также при анализе всей совокупности имеющейся информации можно сделать вывод, что первоначально взрыв угольной пыли произошел в нижней части лавы 14-01 и конвейерном штреке, инициировавший в последующем более мощный взрыв в нижней части конвейерного уклона пласта 14 и прилегающих к нему выработках.

Об активном участии угольной пыли во взрыве свидетельствуют анализы проб пыли, отобранные в выработках, подвергшихся взрывному

воздействию. Потеря летучих веществ в этих пробах достигает 40%.

Вывод. Причинами данной аварии является неравномерная выемка угля, которая никак не связана с количеством воздуха для проветривания очистного забоя и с вышеуказанной planoграммой работ, так как в момент аварии, вероятно, очистной забой работал с повышенной нагрузкой, не обеспечив при этом нормальное проветривание.

**Шахта «Тайжина»  
ОАО «ОУК «Южжубассуголь».  
10 апреля 2004 года**

Основными причинами аварии явились:

- увеличение в кровле пласта Е-5 лавы 1-1-5-5 мощности песчаника основной кровли до 20 м, что вызвало массовое обрушение пород на большой площади;

- образование избыточного вентиляционного давления в выработанном пространстве лавы 1-1-5-5 в результате обрушения пород кровли,

Схема аварийного участка шахты «Тайжина»

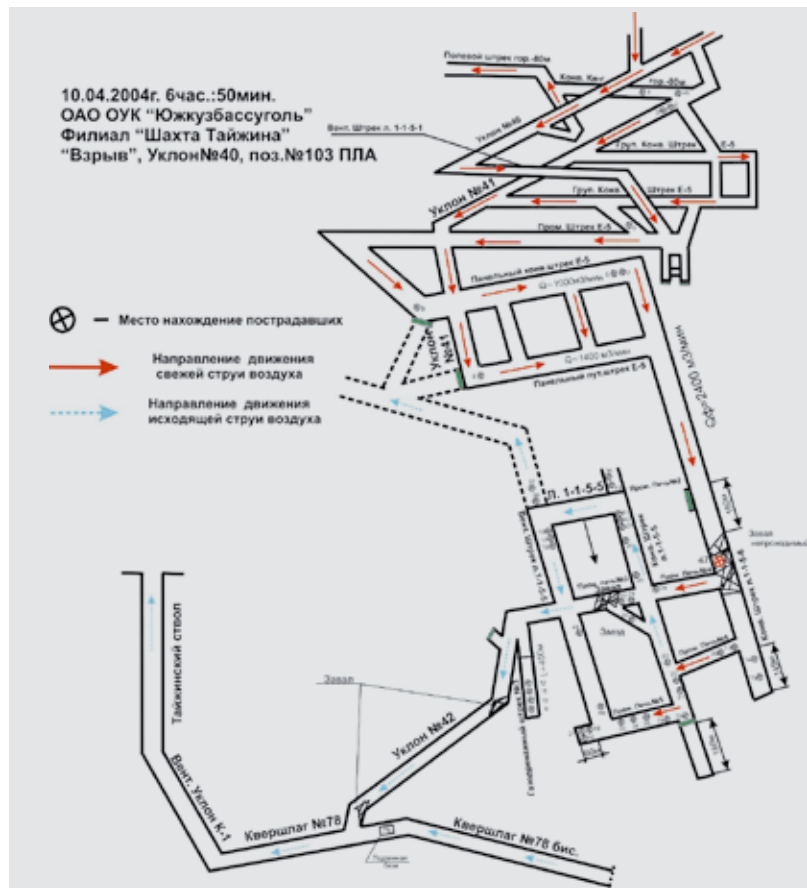




Схема аварийного участка шахты «Есаульская»



Схема аварийного участка шахты «Ульяновская»

что привело к вытеснению метана из промежуточной печи №2 в конвейерный штрек 1-1-5-6 и возникновению упругой волны, приведшей к потере устойчивости горного массива в месте сопряжения конвейерного штрека 1-1-5-6 с промежуточной печью № 4 и его обрушению;

— образование значительных объемов метана, выделившихся в процессе обрушения пород кровли над сопряжением, что привело к формированию метановоздушной среды взрывчатой концентрации и поднятию отложившейся угольной пыли во взвешенное состояние;

— возникновение источника воспламенения метана в результате повреждения высоковольтного кабеля с образованием электрического дугового разряда.

Развитию процесса протекания взрыва по сети горных выработок способствовало участие в нем угольной пыли.

Вывод. Причиной аварии является неравномерное подвигание очистного забоя, что привело к обрушению основной кровли, так как согласно плану ведения горных работ на месяц и проекту выемки угля в лаве обрушение основной кровли должно было произойти позднее. Работы соответственно не были предупреждены об этом.

## Шахта «Есаульская» ОАО «ОУК «Южкузбассуголь». 8 февраля 2005 года

Авария по характеру разрушений горных выработок и оборудования, механического и термического воздействия поражающих факторов взрыва на пострадавших классифицируется как пожар, осложненный взрывом метановоздушной смеси и угольной пыли.

Основными причинами пожара явились:

— самовозгорание угольной пыли в отработанной части пласта на сопряжении конвейерного штрека 29-26 с монтажной камерой;

— загорание горючих материалов в сбойке №4 от внешнего источника, характер которого не установлен.

Причинами взрыва газа метана и угольной пыли явились:

— поступление взрывоопасной метановоздушной смеси из конвейерного штрека 29-26 и примыкающего к нему выработанного пространства на открытый огонь в районе сопряжения конвейерного штрека 29-26 со сбойкой №4;

— прекращение разбавления взрывоопасной метановоздушной смеси необходимым количеством воздуха, поступающим по сбойке №4 вследствие обрушения пород кровли этой сбойки и места ее сопряжения с конвейерным штреком 29-26;

— наличие метана различной концентрации в конвейерном штреке 29-26 и примыкающем к нему выработанном пространстве от очистного забоя до монтажной камеры;

— наличие угольной пыли, отложившейся на всем протяжении конвейерного штрека 29-26.

Вывод. Причиной аварии явилось неравномерное подвигание очистного забоя, недостаточность проветривания, отложение угольной пыли в отработанном пространстве, которое привело к самонагреванию и самовозгоранию угля.

## Шахта «Ульяновская» ОАО «ОУК «Южкузбассуголь». 19 марта 2007 года

Причины аварии:

— повышение интенсивности метановыделения обусловлено примыканием нижней части лавы к оси Усковской синклинали;

— увеличение концентрации метана в нижней части лавы за счет изменения глубины проветривания выработанного пространства при включении шестого агрегата главной вентиляторной установки;

— формирование взрывоопасной концентрации метановоздушной среды в нижней части лавы в месте нахождения комбайна;

— отсутствие мер по отключению электроэнергии с забойного оборудования и механизмов при превышении концентрации метана;

— возникновение источника воспламенения метана в результате повреждения комбайнового кабеля с образованием электрического дугового разряда.

Развитию процесса протекания взрыва по всей сети горных выработок шахты способствовало участие в нем угольной пыли.

Вывод. Причинами данной аварии является неравно-





Схема аварийного участка шахты «Юбилейная»

мерная выемка угля, которая не согласована с количеством воздуха для проветривания очистного забоя, что способствовало увеличению концентрации метана.

### Шахта «Юбилейная» ОАО «ОУК «Южкузбассуголь». 24 мая 2007 года

Первоначальная вспышка метановоздушной смеси произошла в очистном забое лавы 16-15 у выемочного комбайна SL-300 в районе вводного устройства питающего кабеля из-за короткого замыкания поврежденных жил на корпус комбайна.

При работе комбайна, из-за обрыва гибкой тяги, соединяющей кабелеукладчик с комбайном, некачественно выполненной и не соответствующей заводскому исполнению, произошло недопустимое натяжение комбайнового кабеля, приведшее к частичному выдергиванию его из вводного устройства. В результате чего была нарушена взрывозащита кабельного ввода, с последующим коротким замыканием поврежденных жил кабеля на корпус комбайна, что явилось источником воспламенения метановоздушной смеси.

При полной загрузке лавного конвейера и существующей конфигурации очистного комбайна происходил вынос взрывоопасной концентрации метана с отбитого угля из-под комбайна непосредственно в зону вводного устройства комбайнового кабеля, где и произошло короткое замыкание.

Основными причинами аварии явились:

- применение гибкой тяги (соединяющей кабелеукладчик с комбайном), не соответствующей заводскому исполнению;

- образование ограниченного объема взрывоопасной концентрации метана, выделившегося из отбитого угля в труднопроветриваемую зону между корпусом комбайна и конвейером;

- возникновение источника воспламенения метана в результате повреждения кабеля в вводном устройстве комбайна с нарушением взрывозащиты и образованием электрического дугового разряда;

- участие во взрыве угольной пыли;

- распространение взрыва угольной пыли по сети горных выработок из-за формального выполнения мероприятий по пылевзрывозащите горных выработок.

Вывод. Причиной аварии явилось неравномерное подвигание очистного забоя, которое не увязано с проветриванием выемочного участка, что привело к аварии.

Подведем итог. На всех перечисленных шахтах способ

проветривания был нагнетательный, схема проветривания — комбинированная. Осуществлялся изолированный отвод газа метана по сохраняемому конвейерным штрекам через выработанное пространство. Работа ВМЦГ никак не заблокирована с нагрузкой на очистной забой, эффективность ВМЦГ составляет всего 10%. На момент аварии все лавы работали по добыче угля, соответственно происходило неконтролируемое выделение газа метана как из добытой массы угля, так и из отработанного пространства. Количество подаваемого воздуха для проветривания очистных забоев оставалось постоянным даже при увеличении нагрузки на очистной забой в два, а то и в три раза, соответственно увеличивался процесс выделения неконтролируемого газа метана как в выработанном пространстве, так и в призабойном пространстве.

Немаловажную роль во всех произошедших взрывах сыграла угольная пыль, которая образуется при отбойке угольного массива комбайнами и взрывных работах, при бурении шпуров, при погрузке угля погрузочными машинами, при транспортировке угля конвейерами, при погрузке на погрузочных и разгрузочных пунктах. Но в результате увеличения нагрузки на очистной забой орошение становится не на 100% эффективным для обеспыливания отбитого угля. Таким образом, угольная пыль отлагается на секциях очистного комплекса, на очистных комбайнах, на электроаппаратуре, в местах пересыпа ленточных конвейеров, в выработанном пространстве и по всей сети горных выработок, что способствует развитию процесса протекания взрывов. Причиной этого является невыполнение мероприятий по борьбе с пылью.

**Возникает проблема исследования неравномерного движения очистных забоев. Предлагается изучить процессы метановыделения при неравномерном движении очистных забоев (которые должны быть непосредственно взаимосвязаны с проветриванием очистных и подготовительных забоев) и разработать методики работы по следующим темам:**

- 1.** Зависимость добычи угля от вентилятора главного проветривания путем разворота лопаток для увеличения количества подаваемого воздуха в шахту.

- 2.** Автоматическое регулирование вентиляционными сооружениями для увеличения количества подаваемого воздуха на очистные и подготовительные забои при увеличении добычи угля.

- 3.** Увеличение сечения горных выработок как конвейерного, так и вентиляционного штреков для увеличения подачи количества воздуха на очистной забой.

- 4.** Проведение параллельных горных выработок для проветривания очистного забоя.

- 5.** Применение на угольных шахтах всасывающего способа проветривания.