

УДК 622.023

**ФОРМИРОВАНИЕ ПЫЛЕВИДНЫХ И АЭРОЗОЛЬНЫХ ЗАВЕС
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ
ВЫРАБОТКАХ ШАХТ ОПАСНЫХ ПО ГАЗУ И ПЫЛИ**

Комир В. М., Блинков В. В.

Кременчугский государственный политехнический университет

Манжос Ю. В.

Государственный Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности

Введение. Разработка угольных пластов опасных по газу и пыли предусматривает комплекс мероприятий для предупреждения и локализации очагов воспламенений или взрывов метана и пыли, блокирования их распространения по подземным горным выработкам. К числу таких мероприятий относят: заслоны из инертной пыли (сланцевые заслоны), водяные завесы, распыление воды взрывом и т. п. Предотвращение в шахтах взрывов метана и угольной пыли является важной социальной и технической задачей. Поэтому совершенствование известных и разработка новых методов предупреждения и локализации таких явлений не снимаются с повестки дня.

Анализ состояния проблемы. Эффективность локализации взрывов метана или угольной пыли зависит от агрегатного состояния, физико-механических свойств и концентрации пламегасителя в метано- и пылевоздушной средах. Важно выбрать не только материал пламегасителя и его агрегатное состояние, но также эффективный и надёжный способ его распыления с целью создания в выработках аэрозольных (мелкодисперсных) завес. Особое значение эта проблема приобретает в забоях подготовительных выработок при производстве взрывных работ вследствие быстротеменяющихся параметров атмосферы выработки (выделение дополнительных объёмов метана, образование мелкодисперсной угольной пыли). В этих условиях для устранения опасности взрывов метановоздушной среды или угольной пыли используют предохранительные взрывчатые вещества, специальные забойки (водяные, пастообразные и гелевые), орошают забои, создают водяные завесы, распыляют воду взрывом. Недостаток большинства известных методов – невозможность сверяемого и равномерного распыления пламегасителя в зоне предполагаемого очага воспламенения или взрыва.

Цель работы. Установить возможность создания в забоях подготовительных выработок пылевзрывозащитных завес при производстве взрывных работ за счет использования в качестве забойки шпуровых зарядов инертных пламегасящих материалов.

Материал и результаты исследований. В ходе лабораторных экспериментов изучены кинематические характеристики процессов вылета забоек из шпура диаметром 5 мм. Шпур глубиной 50 мм расположен в стальной мортире и на его дне помещали заряд тэна массой 100 мг, который ини-

цировали микроэлектродетонатором. Поверх заряда ВВ поочередно размещали забойки из различных материалов, которые потенциально могут использоваться в качестве пламегасителей – воду, пасты различной консистенции и гели. Во время взрыва заряда тэна при помощи высокоскоростной кинокамеры ВСК-5 регистрировали процесс вылета забойки из шпура. Кадры фоторегистрации, характеризующие процессы вылета забоек, сформированных из материалов различного агрегатного состояния, приведены на рис. 1. В результате обработки полученных фотогистрограмм установлено, что в начальный момент вылета из шпура водяных и пастообразных забоек (рис. 1а, б) распыления материала и образования пылевидного (аэрозольного) облака не наблюдается. Эти забойки после вылета из шпура некоторое время движутся компактной массой без признаков образования аэрозольных взвесей.

Водяной забойке, имеющей незначительное сцепление между смежными слоями воды и небольшой коэффициент внутреннего трения, присуща определённая специфика в кинематике её вылета из шпура. При взрыве заряда тэна центральная часть забойки выталкивается из шпура с большой скоростью (рис. 1а), значительно опережая периферийные слои, контактирующие с его стенками. Формирование аэрозольной завесы должно сопровождаться интенсивным боковым разлётом забоечного материала (воды). Для водяной забойки процесс бокового разлёта развивается относительно медленно. Только при подходе нижнего торца забойки к устью шпура происходит прорыв продуктов детонации, которые захватывают и распыляют часть воды, образуя аэрозольную завесу (см. рис. 1а) Однако, в создании аэрозольной завесы участвует незначительная часть материала забойки, в данном случае воды.

Процесс вылета забоек из пастообразных материалов (рис. 1б) и глины повышенной влажности [1] идентичны. В связи с тем, что материалы таких забоек не успевают диспергироваться до вылета из шпура, использование их для создания пылевзрывозащитных заслонов будет малоэффективно.

Вылет из шпура гелеобразных забоек (рис. 1в) сопровождается более интенсивным боковым разлётом их материала. Эта особенность может быть объяснена наличием в забойке пузырьков газа, которые образуются как в результате десорбции при ударном воздействии на гель во время взрыва, так и за счет проникновения в него продуктов детона-

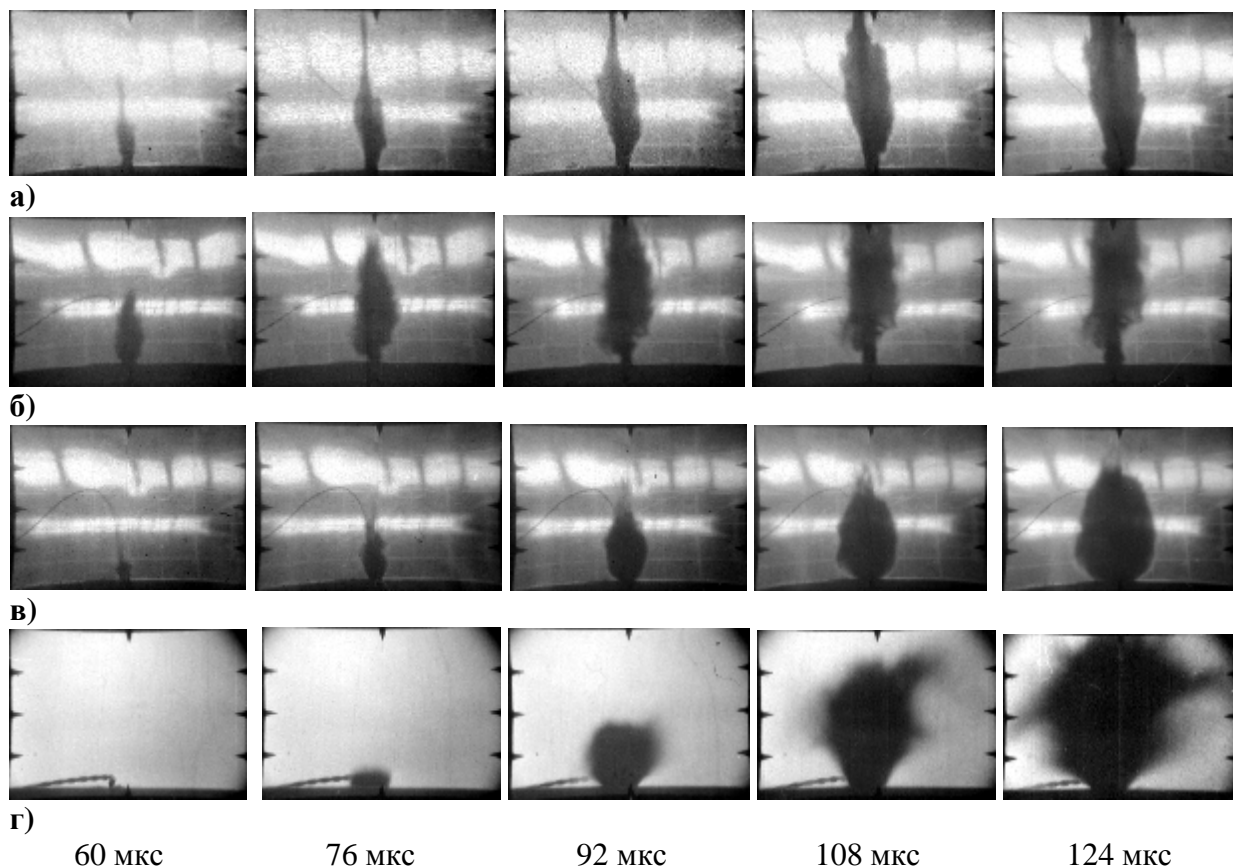


Рисунок 1 – Кадры фоторегистрации вылета забоек
а) водяная; б) пастообразная; в) гелевая; г) пылевидная

ции. Пузырьки, находящиеся под повышенным давлением, при вылете из шпура способствуют боковому разлёту. Аналогичные, но более ярко выраженные явления, наблюдаются при использовании в качестве забойки мелкодисперсной пыли [2]. Поскольку материал изначально имеет необходимую дисперсность для создания пылевзрывозащитного заслона, то его вылет сопровождается формированием пылегазового облака в начальный момент непосредственно у устья шпура (рис. 1г).

Для ускорения бокового разлета и создания более равномерной концентрации пламегасителя в защитном заслоне в водяных, гелевых и пылевидных забойках создавали сквозной канал со стороны заряда ВВ. Диаметр такого канала в забоечных патронах составлял $\frac{1}{6} \div \frac{1}{5}$ диаметра шпура, а его длина - $\frac{1}{2} \div \frac{2}{3}$ общей длины забойки. Характер

формирования аэрозольного облака при указанной конструкции водяной забойки приведен на рис. 2. Как следует из приведенных фоторегистрограмм, наличие каналов в забоечном материале увеличивает скорость его бокового разлета и ускоряет формирование пылегазового заслона.

В ходе исследований определена пламегасящая концентрация мраморной пыли, которую в дальнейшем использовали в качестве забоечного материала. Пламегасящие свойства мраморной пыли (фракции 50 – 100 мкм) определены в испытательном центре Макеевского научно-исследовательского института (МакНИИ). Методика испытаний позволяет установить флегматизирующую концентрацию веществ, распыляемых взрывным способом в метановоздушной среде.

Во взрывной камере опытного штрека объемом 10 м^3 на расстоянии 2,3 м от днища штрека подве-

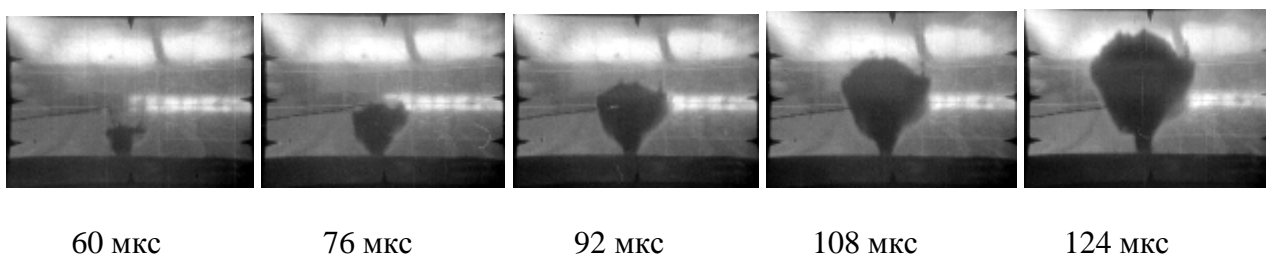


Рисунок 2 – Кадры фоторегистрации вылета водяной забойки с продольным каналом

шивали (в центре) полиэтиленовый сосуд с исследуемым веществом и расплывающим зарядом ВВ (угленитом 13П) массой 0.2 кг. Источником воспламенения метановоздушной смеси (МВС) при оценке флегматизирующей концентрации мраморной пыли служил электровоспламенитель от штатного электродетонатора ЭДКЗ-ПМ (ГОСТ 21806-76), который устанавливали на расстоянии 0,3 м от днища штрека. Электровоспламенитель и электродетонатор соединяли последовательно и подсоединяли к взрывной цепи. Взрывную камеру штрека заполняли метановоздушной смесью с концентрацией метана 9,5% и производили одновременное взрывание расплывающего заряда и электровоспламенителя.

Контроль воспламенения МВС осуществляли с помощью специальных датчиков на фотодиодах, реагирующих на инфракрасное излучение, а также судили о взрыве метана по оплавлению контрольных полиэтиленовых полосок толщиной 100 мкм, развешенных по всей длине штрека.

Изменяя массу испытуемого вещества в полиэтиленовом сосуде, по результатам взрывания определяли концентрации пламегасителя флегматизирующие или нефлегматизирующие метановоздушную смесь по формуле:

$$C_{\phi} = \frac{m}{5R(0,3R^2 + 0,4)} \quad (1)$$

где m – масса мраморной пыли, кг;

R – расстояние между расплывающим зарядом и электровоспламенителем, м.

По результатам испытаний установлено, что концентрация мраморной пыли, при которой произошло гашение взрыва МВС, составила 196 г/м³.

Для локализации вспышки (взрыва) МВС или угольной пыли в забоях подготовительных выработок при взрывных работах необходимо создать пылевзрывозащитный заслон за счёт пыли использованной в качестве забойки шпуровых зарядов. Эффективность и надёжность такого заслона зависит от ингибирующих свойств и концентрации пыли вблизи забоя выработок после вылета забойки. Масса инертной пыли, выбрасываемой из шпура при взрыве

$$m = N \cdot q_n \cdot l(1 - \alpha) \quad (2)$$

где N – количество шпуров в забое, шт;

q_n – масса забойки (пыли) в 1 п. м. шпура, кг/м;

l – длина шпуров, м;

α – коэффициент заполнения шпуров (отношение длины заряда в шпуре к его длине $\alpha = L_{зар}/l$.)

Для создания требуемой концентрации инертной пыли в забое необходимая её масса составляет

$$m_1 = C_{\phi} \cdot S \cdot l_3 \cdot b_H \quad (3)$$

где m_1 – требуемая масса пыли для создания пылевзрывозащитного заслона, кг;

S – сечение подготовительной выработки (вчерне), м²;

l_3 – длина части выработки, в которой создаётся пылевзрывозащитный заслон, м;

β_H – коэффициент учитывающий неравномерность концентрации пыли в объёме пылевзрывозащитного заслона.

Масса пыли, размещённая в шпурах в качестве забойки должна быть достаточной для создания необходимой её концентрации в объёме пылевзрывозащитного заслона ($m \geq m_1$). Из этого условия определяем

$$n_3 = \frac{C_{\phi} \cdot l_3 \cdot b_H}{q_n \cdot l(1 - \alpha)} \quad (4)$$

где n_3 – количество шпуров на 1 м² площади сечения выработки ($n_3 = N/S$), шпуров/м².

Даже при $n_3 = 1$ (1 шпур на 1 м² сечения выработки, фактически эта величина значительно больше), $\beta_H = 2$, $\alpha = 0,6$ может быть достигнута концентрация мраморной пыли в пылевзрывозащитном заслоне 240-300 г/м³.

Если в паспорте буровзрывных работ подготовительной выработки число шпуров на 1 м² сечения выработки меньше, чем n_3 то в него необходимо внести соответствующие коррективы. Сравнивая величины n_3 , вычисленные по формуле (4), с рекомендуемыми в типовых паспортах буровзрывных работ для подготовительных выработок угольных шахт [3], устанавливаем, что в подавляющем большинстве случаев, кроме замены забойки на пылевидную, никаких коррективов вносить не требуется.

Вывод. В результате выполненных исследований установлено, что при взрывных работах в забоях подготовительных выработок шахт, опасных по газу и пыли, пылевзрывозащитные заслоны могут создаваться за счёт распыления мелкодисперсных (аэрозольных) пламегасителей, если их использовать в качестве забойки шпуровых зарядов ВВ. Создание в забоечных материалах несквозных продольных каналов способствует ускоренному и более эффективному формированию пылевзрывозащитных заслонов в подготовительных выработках. После оседания пыли происходит также частичное осланцевание выработки, что повышает безопасность взрывных работ в шахтах, опасных по газу и пыли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блинков В. В. Влияние влажности материала забойки на характер её движения при взрыве // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – Кременчук: КДПУ, 2005. – Вип. 1/2005(30). – с. 89-91.
2. Комир В.М., Блинков В.В. Эффективность применения пылевидных забоек шпуровых зарядов при взрывных работах в опасных по газу и пыли шахтах // Науковий висник НГУ. – 2005. - №3 – с. 14-16.
3. Горное дело. Энциклопедический справочник. Под редакцией акад. А. М. Терпигорева, Т.4, М.: 1958, 464с.

Статья поступила 15.03.06 г.