

УДК 622.235.361

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА ЗАБОЙКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ СРЕД ВЗРЫВОМ

*Ищенко К.С., Логвина Л.А.,
Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины,
Коновал В.Н.,
Черкасский государственный технологический университет*

Введение. С увеличением масштабов взрывных работ и повышением интенсивности дробления горных пород в значительной мере возрастают пылегазовыделения при производстве массовых взрывов на карьерах, рудниках и в угольных шахтах. Вследствие этого к взрывным работам предъявляются новые требования, вытекающие из необходимости охраны окружающей среды от загрязнения. Поэтому создание новых способов и средств, обеспечивающих не только высокое качество дробления пород, но и снижение пылегазовых выбросов в атмосферу карьеров и рудников является актуальной задачей на современном этапе развития взрывных работ.

Основным источником образования экологически опасных концентраций пылегазовых выбросов при ведении горных работ как на открытых так в подземных условиях, являются буровзрывные работы (БВР). Причем, как установлено исследованиями [1], на долю буровзрывных приходится от 30 до 60% поступающей в рудничную атмосферу пыли. А при оценке результатов взрывного разрушения кварцсодержащих пород (кварциты, песчаники и др.) отобранных в ближней зоне взрыва, показал, что мельчайшие фракции (1-2мм) на 70-80 % представлены обломками кварца, в которых содержание минерала кварца в пылевидных частицах составляет от 75 до 90 % и более, со средним размером фракций 8-9 мкм [2]. Эти данные подтверждает микроскопический анализ проб воздуха о наличии в мельчайших фракциях (0-50 мкм) до 90-95% обломков кварца опасных для здоровья персонала концентраций.

Снижение опасных концентраций мелкодисперсной силикозоопасной пыли при взрывном разрушении горных пород содержащих свободную двуокись кремния (SiO_2), возможно решить только совместным применением организационных, физико-химических и технологических методов, среди которых можно выделить следующие: применение рациональных параметров паспортов БВР, конструкции шпуровых зарядов, типов взрывчатого вещества (ВВ) и применяемой забойки.

Целью данной статьи является установление качественных и количественных показателей эффективности технологических способов снижения пылегазовыделений в рудничную атмосферу при разрушении твердых сред взрывом. Для этого в лабораторных условиях проведены эксперименты на объемных песчано-цементных моделях и

угольных образцах кубической формы с ребром 150 мм. В качестве сравнения исследовались конструкции зарядов с забойкой из сыпучих и пластических материалов: глина, песок, их смеси и с забойкой из упруго-пластической расширяющейся твердеющей смеси РТС-1 [3].

Анализ и результаты исследований. Эксперименты проводились в специально разработанном боксе во взрывной камере ГНИГРИ. Методикой лабораторных экспериментов предусматривалось проведение шести серий экспериментов по замеру концентрации пыли при взрывном разрушении песчано-цементных и угольных образцов в зависимости от конструкции заряда ВВ и типа забойки. В качестве ВВ использовался тэн.

Концентрация пыли в воздухе определялась весовым методом, основанным на фильтрации запыленного воздуха, с помощью аспирационного прибора через фильтр, помещенный в патрон. Уровень запыленности воздуха (концентрация пыли) вычислялся по формуле, согласно работ [4-5].

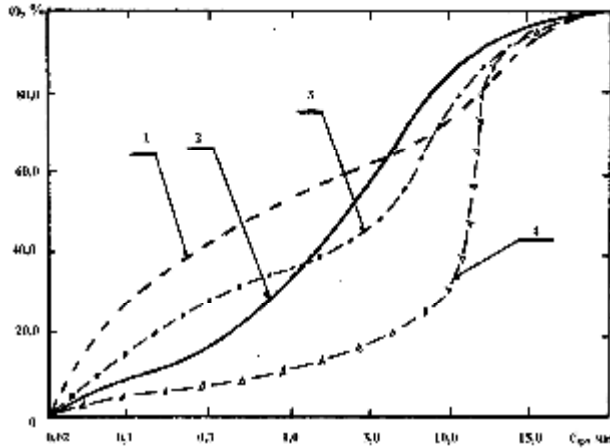
Анализ результатов экспериментов показывает, что общее количество дробленого материала при разрушении угольных образцов и песчано-цементных моделей отличается примерно на 15-20%. При этом концентрация пыли при взрыве зарядов в песчано-цементных моделях с песчаной и глинистой забойкой длиной $5,4l_{\text{вв}}$ составляет 43 и 38 мг/м^3 , а для угольных образцов – 49 и 40 мг/м^3 . Для зарядов с длиной забойки $2,4l_{\text{вв}}$ – 45 и 40 мг/м^3 , 48 и 43 мг/м^3 соответственно [4-5].

Оценка результатов взрывов зарядов ВВ с забойкой РТС-1 показывает, что во всех рассмотренных случаях достигается общее снижение концентрации мелкодисперсной пыли на 20-40 %, а для зарядов с укороченной забойкой из РТС-1 длиной $4,0l_{\text{вв}}$ при разрушении песчано-цементных моделей и угольных образцов уровень концентрации мелкодисперсной пыли снизился на 40-45 %.

Следовательно, можно предположить, что увеличение длительности запираания продуктов детонации (ПД) забойкой РТС-1 позволяет перераспределить энергию ВВ по всей колонке заряда и снизить удельный импульс в ближней зоне взрыва (зона пластических деформаций), равной $3-5R_{\text{зар}}$, где происходит интенсивное переизмельчение породы. Эта зона и является основным источником образования мелкодисперсной пыли. В связи с этим успешная реализация предложенного технологиче-

ского метода позволит снизить общий уровень запыленности рудничной атмосферы и тем самым улучшит условия труда и безопасность работ.

Качество дробления моделей, разрушенных взрывом заряда ВВ, оценивался методом ситового анализа по методике Л.И. Барона. Критерием оценки качества дробления являлся диаметр среднего куска данной сыпучей смеси, определяемый по формуле, приведенной в работе [6]. По результатам полученного распределения гранулометрического состава взорванных кубических моделей построены кумулятивные кривые, представленные на рис.1.



1 – песок; 2 – РТС-1; 3 – глина; 4 – без забойки
Рисунок 1 – Кумулятивные кривые гранулометрического состава разрушенной песчано-цементной модели взрывом заряда тэна массой 1г с различными типами забойки

Анализ полученных зависимостей показал, что характер распределения гранулометрического состава раздробленных моделей неравномерен и зависит от типа и длины забойки. Так, наименьшее значение диаметра среднего куска при получении равномерного дробления установлено при разрушении моделей зарядами ВВ с забойкой РТС-1, а применение зарядов – без забойки, с забойкой из глины, песка и песчано-глинистой смеси – приводит к преобладанию в грансоставе более крупных фракций. Процентное соотношение фракций размером 10 мм и более для исследуемых конструкций зарядов составило 60,0, 28,0, 24,0 и 18,0 % соответственно.

Поэтому полученные результаты экспериментальных исследований по оценке разрушения песчано-цементных моделей зарядами ВВ с забойкой из различных смесей позволили установить, что диаметр среднего куска зависит не только от материала забойки в заряде ВВ, но и от ее длины.

Для подтверждения полученных в лабораторных условиях результатов были проведены промышленные эксперименты на полигоне в условиях карьера Еленовского комбината строительных материалов (ЕКСМ), г. Енакиево.

Экспериментальный участок месторождения, на котором расположен полигон, сложен крутопа-

дающими пластами песчано-глинистых сланцев, а также песчаников различной мощности и реже известняками. Общая мощность пластов песчаника разрабатываемого месторождения составляет 70-80 м, глинистых сланцев 250-300 м. Средняя крепость пород по шкале проф. М. Протодьяконова составляет $f = 5-7$.

Песчаники месторождения представляют собой континентальные отложения русловых и пойменных частей рек, о чем свидетельствуют растительные остатки в толще песчаника и характерный для этих отложений тип косой слоистости. Также в теле песчаника имеются пласты сажистого угля переменной мощности.

Для экспериментальных исследований участок месторождения выбран не случайно, так как породы, разрабатываемые этим месторождением, более сходны по крепости с породами, залегающими на участке проведения подготовительных выработок шахты им. А. Стаханова ПО «Красноармейскуголь».

Целью экспериментов являлось:

- определение в промышленных условиях времени начала вылета забойки и газообразных продуктов детонации;
- анализ характера разрушения и результатов дробления горного массива зарядами ВВ различных конструкций и типами забойки.

На участке полигона, выбранном для исследований, было пробурено 9 шпуров диаметром 43 мм и длиной 1,2 м для каждой серии экспериментов.

Схема расположения, очередность взрывания, параметры зарядов представлены на рис.2. и в таблице 1.

Пробуренные шпуры заряжали патронированным ВВ аммонит №6ЖВ, а инициирование зарядов осуществлялось электродетонаторами мгновенного и короткозамедленного действия типа

ЭДКЗ-ОП и ЭДКЗ-ПМ. Верхнюю часть шпура заполняли исследуемыми типами забоечных смесей. К ним относились смесь РТС-1, буровой штыб – $d_{\phi} = 1,5-2,5$ мм, глина, песок при различной их длине по отношению к длине колонки применяемого ВВ.

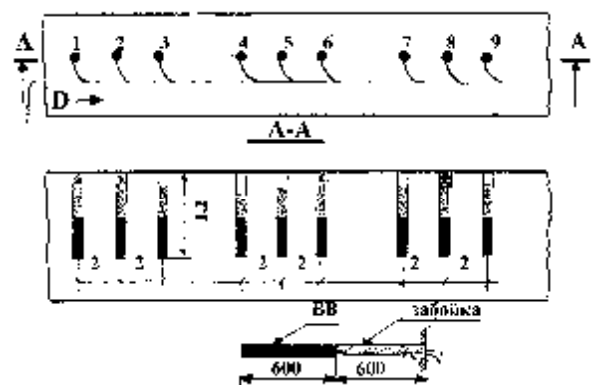


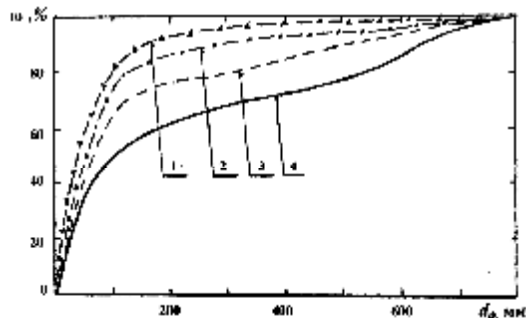
Рисунок 2 – Схема расположения и последовательность взрывания при полигонных испытаниях конструкций шпуровых зарядов с различными типами забоечных смесей

Киносъемка процесса вылета забойки и газообразных ПД производилась из специального бункера на безопасном расстоянии.

**Таблица 1 –
Параметры шпуровых зарядов аммонита
№6ЖВ и средств их инициирования**

№№ шпуров	Тип забойки	Длина забойки	Масса заряда	Тип электродетонаторов
1	РТС-1	0,60	0,60	ЭДКЗ-ОП
2	Буровой штыб	0,60	—“—	ЭДКЗ-ОП
3	Буровой штыб	0,45	—“—	ЭДКЗ-ОП
4	РТС-1	0,30	—“—	ЭДКЗ-600П
5	Глина	0,45	—“—	ЭДКЗ-600П
6	Глина	0,60	—“—	ЭДКЗ-600П
7	РТС-1	0,45	—“—	ЭДКЗ-1200П
8	Песок	0,60	—“—	ЭДКЗ-1200П
9	Песок	0,45	—“—	ЭДКЗ-1200П

Регистрация процесса вылета забойки осуществлялась кинокамерой «Красногорск-3» с частотой съемки – 48 кадр./с. Анализ кинограмм и характера разрушения горных пород при взрывании шпуровых зарядов показал, что после подачи импульса на взрыв происходит детонация заряда ВВ и нарастание давления ПД в зарядной полости, что способствует формированию радиальных трещин в которые устремляются газообразные продукты детонации (ГПД). Далее в интервалах 63-165 мс происходит процесс раскрытия трещин и смещение массива. На участке, примыкающем к шпурам, порода разрушается на мелкие куски с увеличением радиуса зоны разрушения до 20-30 R_{зар}, а на остальном участке с отделением более крупных кусков породы (с размерами отдельных граней 35-45 см). Характерно, что высота подъема пылегазового облака в интервале времени 0-20 мс в 2 раза ниже для зарядов с забойкой РТС-1 по сравнению с зарядами с забойкой из традиционных материалов. Причем, время начала вылета забойки РТС-1 и газообразных ПД при взрыве зарядов ВВ увеличилось на 15-20 мс по сравнению с забойкой из бурового штыба и на 10-15 мс – для зарядов ВВ с забойкой из песка и глины соответственно.



1 – буровой штыб; 2 – песок; 3 – глина; 4 – РТС-1
Рисунок 3 – Кумулятивные кривые гранулометрического состава взорванной горной массы зарядами ВВ с различными типами забойки

Оценка результатов дробления разрушенной породы проводилась с использованием фотопланиметрического метода [6]. Участок для оценки результатов взрываний определялся визуально по характерному развалу горной массы.

По результатам экспериментальных взрывов выполнена оценка характера дробления горных пород, распределения гранулометрического состава взорванной горной массы и построены кумулятивные кривые, представленные на рис.3.

Выводы. Анализ результатов дробления показывает, что при взрывании зарядов с укороченной забойкой РТС-1 равной 0,9l_{вв} диаметр среднего куска составил 63,5 мм, а для аналогичных зарядов с забойкой из бурового штыба – 120,8 мм, песка – 110,5 мм и глины – 98,4 мм. Объем выхода переизмельченных фракций размером 0-100 мм уменьшился на 15-25 % для зарядов с забойкой РТС-1.

Таким образом, проведенными в лабораторных условиях исследованиями установлено, а в полигонных подтверждено повышение эффективности разрушения горных пород шпуровыми зарядами ВВ с забойкой РТС-1 по сравнению с традиционными забойками такими, как песок, глина и др., обеспечивающей равномерное дробление горных пород, снижение выбросов газообразных продуктов детонации и пыли в атмосферу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по борьбе с пылью в горнодобывающей промышленности/ Под ред. А.С. Кузьмица. – М.: Недра, 1982.– 240 с.
2. О влиянии фракционного состава кварцсодержащих пород на содержание силикозоопасной пыли в продуктах их разрушения // Ефремов Э.И., Петренко В.Д., Шевченко В.С., Кратковский И.Л./ Докл. АН Украины. – 1993.– №5. – С.80-85.
3. Пат.11798 Україна МПК^с E21D 21/00 Сполука твердіючої суміші / Е.І. Єфремов, К.С. Іщенко, В.В. Ріпка, В.Н. Харитонов, І.В. Калініченко, В.Н. Підставкин (Україна) – №433546323/SU; Заявл.30.11.87; надрук. 25.12.96.–Бюл. №4. – С.156.
4. Ищенко К.С. Экспериментальные исследования эффективности способов снижения пылевыведений при проведении подготовительных выработок в угольных шахтах // Сб. Научн. тр. Нац. горн. акад. Украины/ НГАУ. – Днепропетровск, 1999. – №5.–С.82-87.
5. Ищенко К.С., Ищенко О.К. Пути снижения и локализации пылевыведений при взрывном способе проведения подготовительных выработок на угольных шахтах.// Сб. Научн. тр. Нац. горн. акад. Украины/ НГАУ. – Днепропетровск, 1999. – №8.– С.20-27.
6. Барон Л.И. Кусковатость и методы ее измерения. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 125 с.

Статья поступила 7.03.06 г.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф.
Петренко В.Д.