

Взрывные работы в очистных забоях

Шевцов Н. Р.^{*}, Калякин С. А., Купенко И. В.

Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

Поступила в редакцию 29.04.10, принята к печати 01.10.10.

Аннотация

Рассмотрены способы производства взрывных работ в механизированных очистных забоях, в том числе, направленные на борьбу с внезапными выбросами угля и газа, основные параметры буровзрывных работ. Даны принципиальные схемы расположения шпуров (скважин).

Ключевые слова: очистной забой; взрывные работы; контурное взрывание; пластовое торпедирование; передовое торпедирование

Практически до середины XX века на угольных шахтах с применением буровзрывных работ (БВР) добывалось около 60% угля. Взрывные работы применялись почти при всех системах и способах выемки угля в очистных забоях и конкурировали только с технологией выемки угля отбойными молотками. Долгое время взрывные работы были неотъемлемой частью при выемке угля в лавах с машинным врубом и без него, в комбайновых и струговых лавах, в щитовых забоях, в наклонных, горизонтальных слоях мощных пластов, при выемке целиков угля. Однако, с конца 40-х годов XX века начинается широкомасштабный ввод в технологию выемки угля в шахтах механизированной техники – угольных комбайнов и механизированных очистных комплексов. При этой технологии в механизированных лавах взрывными работами ведут только выемку угля в нишах, а на очень крепких и вязких углях применяют предварительное взрывное ослабление угольного массива по всей длине лавы.

Дальнейший рост энергонасыщенности и мощности горной добычной техники к концу XX века практически вытеснил взрывной способ выемки угля в лавах.

Анализ последних исследований и публикаций показал, что добыча угля в условиях шахт Донбасса сопряжена с опасностью ведения горных работ, которая обусловлена большой глубиной разработки пластов, газоносностью горного массива и выбросами угля, породы и газа в выработки. С увеличением глубины разработки газоносность угольных пластов и их выбросоопасность растут. Поэтому могут возникать ситуации, когда взрывные работы в механизированных очистных забоях помогут решить комплекс задач, связанных с добычей угля, управлением горным давлением, обеспечением мероприятий по выбрособезопасности и предварительной дегазации угля. В этой связи становится актуальной задача управления газовыделением, труднообрушаемыми кровлями и пучением почвы в местах сопряжений лавы и штреков при помощи взрывного воздействия на горный массив. Для этого необходимо установить соответствующие параметры взрывных работ и обеспечить безопасность применения шпуровых или скважинных зарядов предохранительных ВВ (ПВВ). В этой связи представляет интерес проведение многогранного системного анализа взрывных технологий в очистных забоях. Необходимо установить не только параметры взрывных работ для отбойки и предварительного рыхления угольного пласта, но и установить факторы, определяющие параметры дегазации угля, управления горным давлением и предотвращения выбросов угля и газа.

Целью работы является системный анализ известных взрывных технологий в очистных забоях, что позволит выбрать в зависимости от горно-геологических и горно-технических условий основные технические направления ослабления и дегазации угольного массива, снижения его выбросоопасности перед началом комбайновой выемки для увеличения нагрузки на забой.

* Для переписки: const@mine.dgtu.donetsk.ua

Рассмотрим основные положения известных технологий, обеспечивающих ослабление и дегазацию угольного массива перед началом комбайновой выемки (в безлюдной обстановке), а также снижение выбросоопасности угольных пластов [1, 2].

А. Взрывание комплекта шпуровых зарядов в угольном пласте в режиме рыхления, при котором во всем объеме обуренного угольного массива формируется сеть взаимосвязанных трещин практически без отбойки угля.

На пластах, имеющих большую крепость и вязкость угля, а также при наличии породных прослоек, прочно связанных с кровлей пласта, для обеспечения нормальной работы комбайна иногда уголь или породные прослойки предварительно рыхлят взрыванием зарядов ВВ в шпурах, расположенных в целике угля (рис. 1, *а*) или вблизи породных прослоек (рис. 1, *б*), а иногда в два ряда, причем один – в прослойках (рис. 1, *в*).

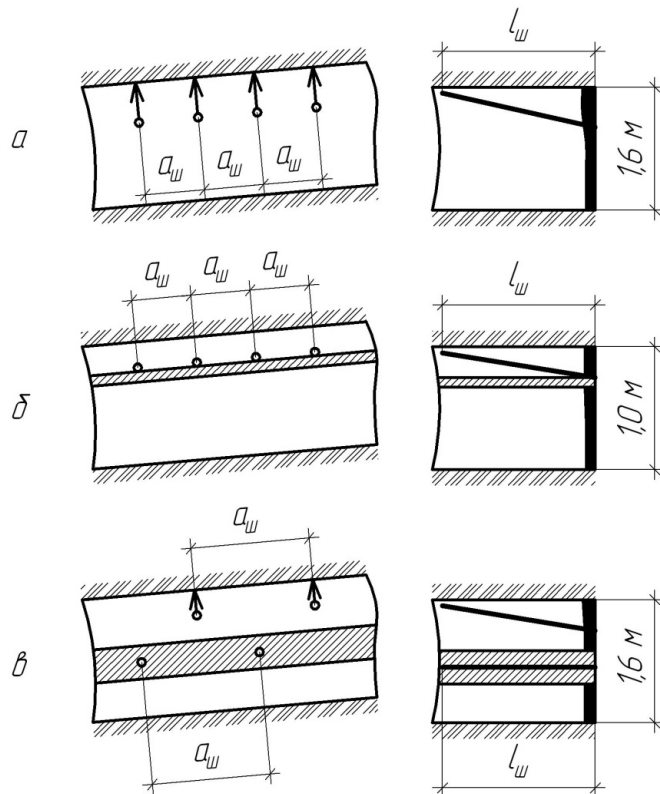


Рис. 1. Принципиальные схемы расположения шпуров для предварительного рыхления угля и породных прослоек в лавах:

а – взрывание в угольном пласте, как правило, в крепких углях; *б* – взрывание в угольном пласте вблизи породного прослойка; *в* – взрывание в породном прослойке и в угольном пласте;
 $a_{ш}$ – расстояние между шпуровыми зарядами ВВ; $l_{ш}$ – глубина шпуров

Расстояния между шпуровыми зарядами ВВ в одном ряду принимают в пределах 0,8...2,4 м. Глубину шпуров берут равной глубине комбайновой выемки. Удельный расход ВВ для предварительного рыхления очень крепкого угля и породных прослоек в комбайновых лавах составляет 0,08...0,18 кг/т или 0,10...0,25 кг/м³ угля в массиве. Лучше всего расход ВВ устанавливать путем опытного взрывания в конкретных условиях. Величины зарядов для предварительного рыхления угля находятся в пределах 0,2...0,6 кг на один шпур.

Б. Отбойка угля из тонких и крутопадающих пластов с помощью БВР.

Отбойку угля с помощью ВВ в очистных забоях применяют в лавах с машинным врубом и без него, комбайновых и струговых лавах, щитовых забоях, наклонных, горизонтальных и других слоях, при выемке целиков угля [3].

Достижение высокой эффективности взрывных работ и уменьшение количества выбиваемой крепи в лаве обеспечиваются правильно подобранной схемой расположения шпуров,

при использовании которой в смежных рядах шпуров применяются разные серии замедления электродетонаторов. Рациональные схемы и последовательности разрушения массива угля в частях лавы, имеющих длину более 10 м, приведены на рис. 2.

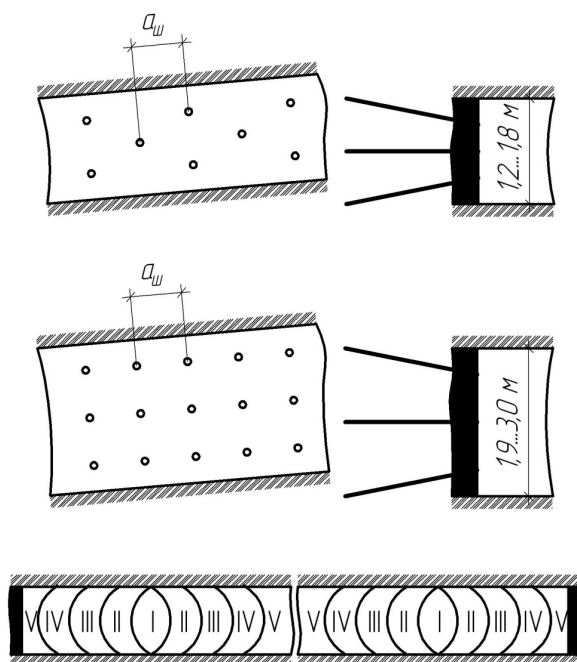


Рис. 2. Принципиальная схема расположения шпуров и последовательности разрушения массива угля в очистных забоях:

$a_{ш}$ – расстояние между шпуровыми зарядами ВВ;
 I...V – последовательность разрушения

Расстояние между шпуровыми зарядами ВВ в ряду зависит от многих факторов. При взрывной отбойке угля без машинного вруба в зависимости от мощности пласта шпуров располагают в один, два, три и даже четыре ряда. Расстояние между шпуровыми зарядами в каждом ряду равно 0,9...1,2 м. В тех случаях, когда пласт угля имеет слабую связь с кровлей и порода в кровле неустойчивая в верхнем ряду, шпуров располагают на расстоянии 1,5...2,0 м и дно шпуров не доводят до кровли на 0,5...1,0 м.

Глубину шпуров принимают в зависимости от устойчивости пород кровли. При недостаточной устойчивости пород в кровле подвигание забоя лавы за цикл составляет 0,8...1,0 м, при этом глубина шпуров должна быть 1,0...1,2 м, при хорошей устойчивости пород подвигание забоя лавы за цикл составляет 1,6...2,0 м, а глубина шпуров – 1,8...2,2 м.

Масса шпурового заряда принимается обычно несколько меньшей, чем в угольных забоях подготовительных выработок. При взрывании в лавах без машинного вруба величина заряда на шпур составляет 0,3...0,5 и 0,4...0,6 кг при глубине шпуров соответственно 1,5...1,8 и не менее 1,9 м. Указанные выше величины зарядов справедливы для ВВ с работоспособностью не ниже 280 см³ [3]. Плотность шпуров принимается исходя из крепости угля и мощности пласта. Среднее значение этого показателя в лавах составляет 1,8...2,5 шпуров на 1 м² площади забоя.

При взрывных работах в лавах, имеющих одну поверхность обнажения, в первую очередь применяются веерные или двойные призматические врубы, а в зонах геологических нарушений лав – только двойные призматические.

Использование рекомендуемых параметров взрывных работ позволяет получать эффективную отбойку угля на заданной длине забоя. Вместе с этим отмечается обрушение кровли выработки в результате выбивания крепи и обнажения большой поверхности недостаточно устойчивых пород кровли. Для предотвращения таких обрушений целесообразно правильно выбирать глубину шпуров и количество одновременно взрывааемых шпуровых зарядов ВВ. Кроме того, в соседних рядах шпуров целесообразно использовать электродетонаторы с замедлением через одну серию [4].

В. Бурение с откаточного и вентиляционного штреков (на расстоянии, равном примерно 5 м от забоя лавы) встречных скважин в 2...4 ряда, которые заряжаются ВВ; скважинные заряды

взрываются в режиме камуфлета при наличии запирающей забойки и обеспечивают отбойку угля одновременно по всей длине лавы (рис. 3).

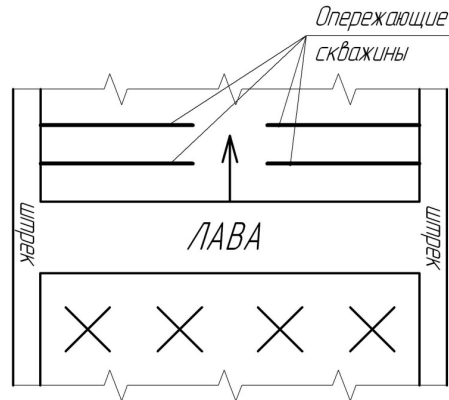


Рис. 3. Принципиальная схема расположения опережающих лаву скважин в угольном пласте

Г. Применение контурного взрывания в зонах сопряжений лавы с напряженным горным массивом для борьбы с внезапными выбросами угля и газа .

Как известно [1, 5], контурное взрывание – технологический прием, заключающийся в установлении таких условий взрывания зарядов ВВ в оконтуривающих шпурах, при которых создается сравнительно гладкая поверхность боков и кровли выработки, достигаются незначительные переборы породы (не более 3...5%; при обычном взрывании они могут достигать 30% и более) и сохраняется естественная прочность пород законтурного массива, т.е. имеет место малая глубина нарушения законтурного массива (не более 50...70 см; при обычном взрывании глубина трещинообразования может достигать 125 см и более).

Контурное взрывание обеспечивается уменьшением в 2...4 раза концентрации энергии в оконтуривающих шпурах и снижением расстояния между ними до 40...50 см (рис. 4). Кроме того, при контурном взрывании следует бурить шпуры в направлении от оконтуривающих к врубовым. В процессе бурения коронка стачивается и уменьшается в диаметре. Тогда плотность заряжения, а, следовательно, и давление продуктов взрыва зарядов ВВ, будет выше во врубовых шпурах по сравнению с оконтуривающими.

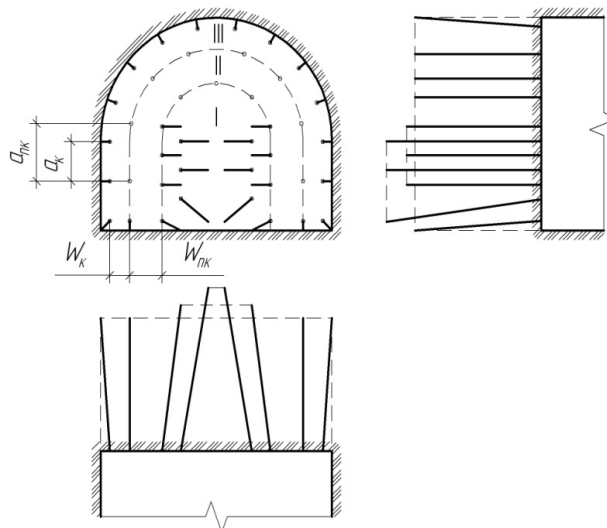


Рис.4. Принципиальная схема расположения шпуров при проведении выработок способом контурного взрывания:

I, II, III – зоны последовательного разрушения пород;

W_k – длина линии наименьшего сопротивления оконтуривающего ряда шпуров; $W_{нк}$ – то же для предконтурного ряда; a_k – расстояние между шпуровыми зарядами оконтуривающего ряда; $a_{нк}$ – то же для предконтурного ряда

Д. Сотрясательное взрывание и борьба с внезапными выбросами угля и газа путем пластового торпедирования.

Примерные схемы расположения скважин, использующиеся для пластового торпедирования, приведены на рис. 5 [4]. Характерной особенностью приведенных схем является то, что вновь буримые скважины располагаются между старыми.

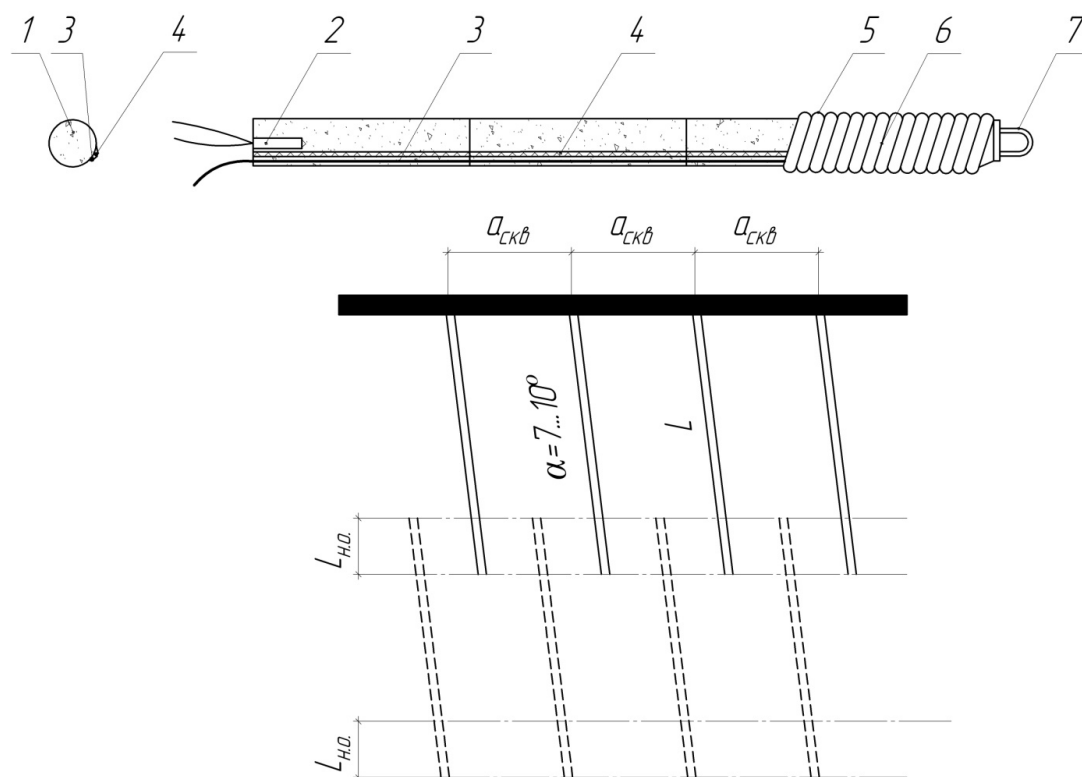


Рис. 5. Конструкция заряда для пластового торпедирования в комбайновой части лавы и примерная схема расположения скважин:

1 – патрон ВВ; 2 – электродетонатор; 3 – веревка; 4 – детонирующий шнур; 5 – шпагат; 6 – плотная ткань; 7 – петля;

$a_{скв}$ – расстояние между скважинными зарядами ВВ; $L_{н.о.}$ – неснижаемое опережение

Монозаряд изготавливается вблизи места ведения взрывных работ. При этом патроны ВВ вместе с детонирующим шнуром и отрезком веревки, необходимой для доставки монозаряда, монтируются вместе. Конструкция такого заряда показана на рис. 5. Петля, расположенная на монозаряде со стороны дна скважины, нужна для досылки заряда в скважину. Длина забойки заряда принимается равной 3,5; 4,0 и 5,0 м при глубине скважины 8,5; 8,5...9,0 и более 10 м соответственно. В случае использования гидровзрывной обработки пласта с предварительным нагнетанием воды, масса скважинного заряда принимается равной 2,5...3,0 кг. Скважины, используемые для гидровзрывной обработки угольного массива, бурятся с наклоном вниз под углом не менее 7° . Это обеспечивает удержание в них воды. Монозаряды взрываются в камуфлетно-прострелочном режиме.

Е. Проведение передового торпедирования пород труднообрушаемой кровли угольного пласта в камуфлетном режиме (с запирающей забойкой из сыпучих материалов) (рис. 6) [1].

Передовое торпедирование – это способ разупрочнения труднообрушаемых пород кровли впереди очистного забоя взрывом в ней скважинных зарядов со следующими параметрами: диаметр скважины – 76...112 мм, длина скважины – 30...110 м, длина монозаряда – 10...55 м, масса заряда в скважине – 50...210 кг.

При использовании в качестве ВВ аммонита 6ЖВ, камуфлетное взрывание достигается при длине сыпучей забойки, равной не менее длины скважинного заряда ВВ (при снижении скорости детонации заряда ВВ длина забойки для реализации камуфлета возрастает [6]).

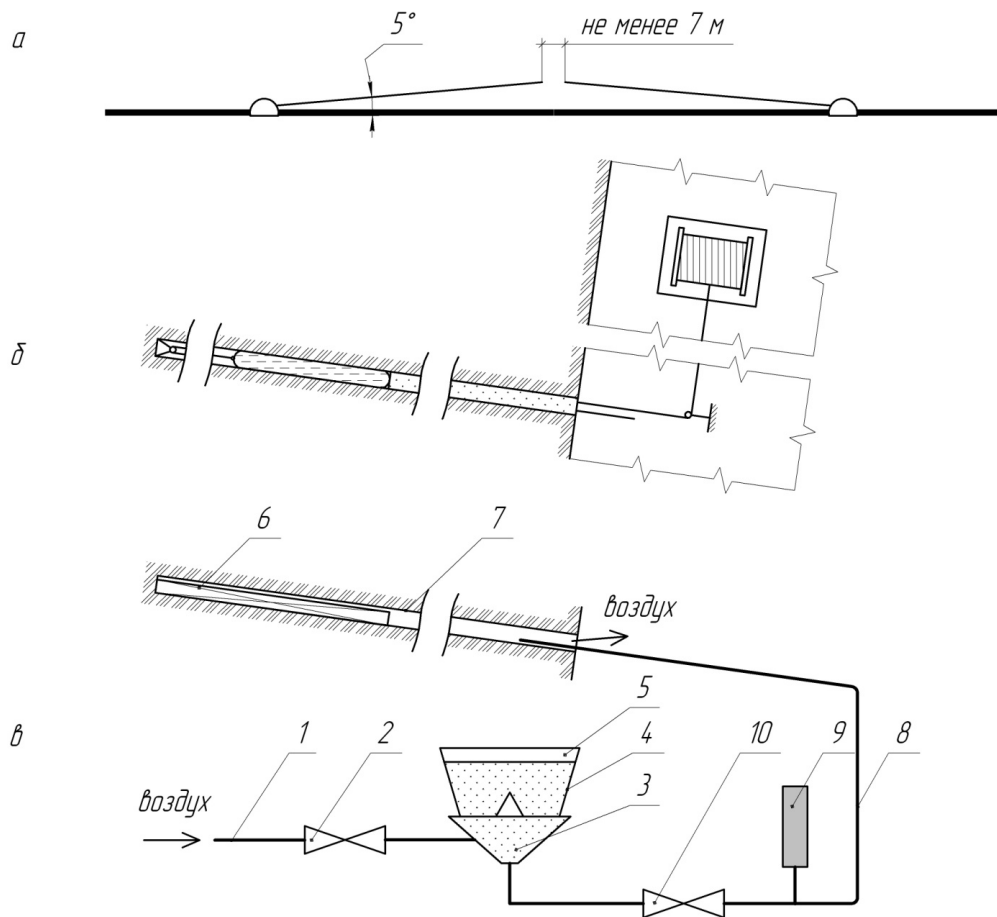


Рис.6. Вариант схемы расположения и зарядки скважин при передовом внепластовом торпедировании: *а* – схема расположения скважин над угольным пластом; *б* – конструкция скважинного монозаряда ВВ; *в* – схема формирования забойки в скважине при камуфлетном взрывании; 1 – воздухопровод; 2 – клапан; 3 – дозировочная камера; 4 – запорный конус; 5 – приемный бункер; 6 – заряд ВВ; 7 – скважина; 8 – зарядный трубопровод; 9 – резервуар с водой; 10 – вентиль

Ж. Разработка параметров технологии буровзрывных работ как способа борьбы с пучением пород почвы и охраны сопряжений лавы с опережающими штреками. Взрывание в породах почвы выработки наклонных скважинных зарядов в режиме «гидровзрывания» (рис. 7).

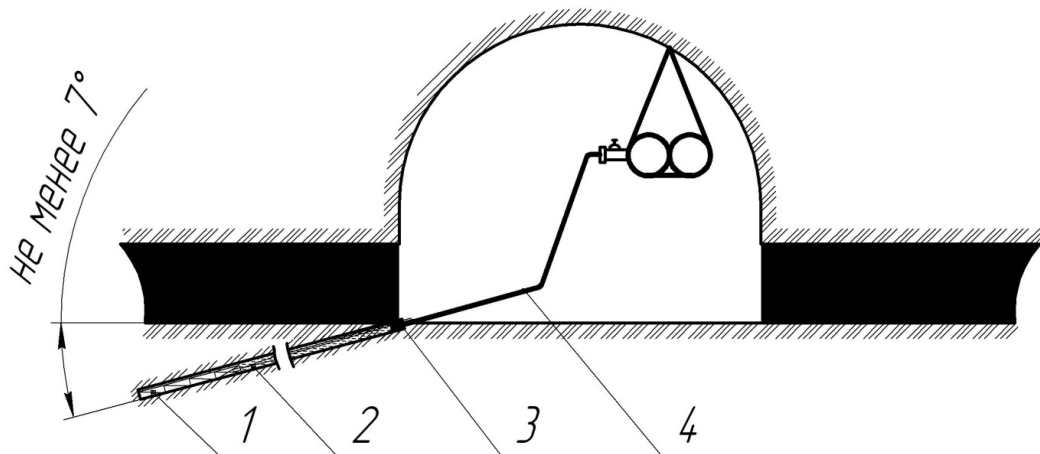


Рис. 7. Вариант конструкции наклонного скважинного заряда для взрывания в породах почвы выработки с целью борьбы с пучением: 1 – заряд ВВ; 2 – гидрозабойка; 3 – гидрозатвор; 4 – трубопровод для подачи воды в скважину

Выводы

Опыт буровзрывных работ позволяет в очистных забоях угольных шахт эффективно бороться с выбросами угля и газа, газовойделением, пучением пород почвы, осуществлять управление труднообрушаемой кровлей. Это, в свою очередь, позволяет осуществлять безопасную выемку угля по газовому фактору без снижения нагрузки на очистной забой, а в ряде случаев и повысить скорость подвигания лавы в 1,2...2,0 раза по сравнению с чисто механизированной выемкой.

Работа будет продолжена в направлении корректировки параметров и технологических схем буровзрывной технологии применительно к конкретным условиям взрывания зарядов высокопреодохнительных ВВ, в т.ч. в условиях угольных шахт ОАО «Павлоградуголь».

Библиографический список

1. Шевцов, М.Р. Руйнування гірських порід вибухом / М.Р. Шевцов, П.Я. Таранов, В.В. Левіт, О.Г. Гудзь // Підручник для вузів. – 4-е видання перероб. і доп. – Донецьк: ТОВ «Лебідь», 2003. – 272 с.
2. Миндели, Э.О. Взрывные работы на глубоких горизонтах шахт / Э.О. Миндели, Л.А. Вайнштейн, П.А. Демчук. – Донецк: «Донбасс», 1971. – 96 с.
3. Росинский Н.Л. Мастер-взрывник / Н.Л. Росинский, М.А. Магойченков, Ф.М. Галаджий // Учебник для профессионального обучения на производстве. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 384 с.
4. Колесов, О.А. Взрывные работы в шахтах, опасных по внезапным выбросам / О.А. Колесов, В.И. Стикачев. – К.: Техника, 1987. – 167 с.
5. Таранов, П.Я. Контурное взрывание в угольных шахтах / П.Я. Таранов, Е.М. Гарцуев, А.Г. Гудзь и др. – Донецк: «Донбасс», 1972. – 80 с.
6. Шевцов, Н.Р. Взрывозащита горных выработок / Н.Р. Шевцов // Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Донецк: ДонНТУ, 2002. – 280 с.

© Шевцов Н. Р., Калякин С. А., Купенко И. В., 2011.

Анотація

Розглянуто способи проведення вибухових робіт у механізованих очисних вибоях, у тому числі, спрямовані на боротьбу із раптовими викидами вугілля та газу, основні параметри вибухових робіт. Приведено принципіальні схеми розташування шпурів (свердловин).

Abstract

The methods of blasting in mechanized stopes production, including those aimed at combating sudden outbursts of coal and gas and the main parameters of blasting are considered. The fundamental charts of boreholes (wells) arrangement are given.