

ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

The technique of creating pulse pressure in a cylindrical cavity and the results of the destruction of a model with such cavity is given. It is shown that the number of radial longitudinal cracks in the walls of the cavity depends on the rate of pressure rise at the beginning of fracture.

Key word: crack forming, initial crack density, borehole wall, pressure increase velocity, strain azimuthal stresses.

REFERENCES

1. Griffith A.A. The phenomenon of rupture and flow in solids // Phil. Trans. Roy. Soc. A, 221, 163, 1920.
2. Rodionov V.N., Sizov I.A., Tsvetkov V.M. Foundations of geomechanics. – M.: Nedra, 1986. – 301 p. [in Russian].
3. Semenuk I.A., Denisenko A.N. Research crack forming beginning under explosive destruction strained environment. // Destruction of the rocks by static and dynamic loading. – Kiev: Naukova Dumka, 1990. – PP. 42–47. [in Ukrainian].
4. Litovchenko S.A. Study of mechanism of action and substantiation of rational parameters of explosive charges with gas-forming components / S.A. Litovchenko: Diss. Cand. techn. science: 05.15.11. – Kremenchug, 2003. – 200 p. [in Russian].

Стаття надійшла 26.04.2013.

УДК 622.235.672

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ПАТРОНИРОВАННОЙ ЗАБОЙКИ ПЗС–2К В УСЛОВИЯХ ОАО «СЕВУРАЛБОКСИТРУДА»

А. В. Джигрин, К. М. Мурин

ФГУП ННЦ ГП–ИГД им. А.А.Скочинского

просп. Октябрьский, 41, г. Люберцы, Московская обл., Россия.

E-mail: igd@igds.ru

Представлены результаты анализа различных исследований влияния забойки на эффективность взрывных работ и оптимальной ее длины, а также результаты промышленных испытаний патронированной забойки ПЗС–2К в производственных условиях шахт ОАО «СУБР». Применение забоечного материала позволяет завершить процесс детонации до раскрытия газовой полости, увеличивая, тем самым, передачу энергии в массив. Применение забойки ПЗС–2К позволяет увеличивать эффективность взрывных работ со снижением удельного расхода взрывчатых веществ и СИ (СИНВ) до 15 %.

Ключевые слова: забойка, эффективная энергия, импульс, взрыв, шпур, скважина.

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ ПАТРОНОВАНОЇ ЗАБИВКИ ПЗС–2К В УМОВАХ ТОВ «СЕВУРАЛБОКСИТРУДА»

А. В. Джигрін, К. М. Мурін

ФГУП ННЦ ДП–ИГД ім. А.А.Скочинського

просп. Октябрський, 41, м. Люберці, Московська обл., Росія. E-mail: igd@igds.ru

ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

Наведені результати аналізу різних досліджень впливу забивки на ефективність вибухових робіт й оптимальної її довжини, а також результати промислових випробувань патрованої забивки ПЗС–2К у виробничих умовах шахт ТОВ «СУБР». Застосування забивочного матеріалу дозволяє завершити процес детонації до розкриття газової порожнини, збільшуючи, тим самим, передачу енергії в масив. Використання забивки ПЗС–2К дозволяє збільшувати ефективність вибухових робіт зі зниженням питомої витрати вибухових речовин і СІ (СІНР) до 15 %.

Ключові слова: забивка, ефективна енергія, імпульс, вибух, шпур, свердловина.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Все исследования вопросов взрывного дела как аналитические, так и экспериментальные, должны базироваться на физике разрушения горного массива энергией взрыва. Без глубокого понимания и учета особенностей процессов, происходящих в разрушаемой с помощью зарядов взрывчатых веществ (ВВ) среде, невозможно правильное проектирование работ и, следовательно, получение должного эффекта от их проведения. Поэтому роль забойки в процессе взрывного разрушения горных пород следует рассматривать в тесной взаимосвязи с самим механизмом взрыва, а, в первую очередь, с взаимодействием на разрушаемый массив статического давления продуктов детонации и ударной волны. При этом необходимо учитывать и физико-механические свойства разрушаемых горных пород.

Современные представления о распределении энергии взрыва разнообразны и противоречивы. Одни исследователи полагают, что основным фактором, определяющим эффективность взрыва, является поршневое давление продуктов детонации, другие считают, что разрушение массива при взрыве происходит главным образом за счет действия прямой и отраженной ударных волн. В зависимости от того, какую из концепций выбирал исследователь, так и определялась роль забойки в процессе взрывного разрушения горных пород.

Анализ и обобщение литературных данных. В работе [1] отмечается, что учитывать только массу забойки и вовсе не учитывать силы трения и внутреннего сцепления материала неправильно. Известно, что чрезмерное увлажнение песчано-глинистой забойки приводит к резкому ухудшению взрыва, хотя масса забойки при этом не уменьшается.

Г.П. Демидюк в работе [2] отмечает, что при наличии забойки продукты взрыва не могут быстро вырваться в атмосферу и, раздвигая материал стенок зарядной полости, спрессовывая его, сами многократно отражаются от этих стенок, в результате давление распространяется во все стороны. Так начинается процесс разрушения среды, окружающей заряд ВВ. Продолжительность этого процесса во много раз превышает время детонации заряда. При отсутствии забойки продукты взрыва, произведя удар по стенкам зарядной полости, вырываются в атмосферу, не участвуя в дальнейшей работе взрыва.

Значительный интерес представляют экспериментальные исследования процесса взрывного разрушения пород, выполненные автором [3]. С помощью скоростной киносъемки он установил, что при взрыве время начала отрыва

ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

сдвижения пород после инициирования зарядов в 30–40 раз превышает время прохождения прямой и отраженной ударных волн. Основываясь на своих исследованиях, И. Кота рассматривает значение забойки с точки зрения разрушения массива вспучивающим действием взрыва, при котором высокое давление продуктов детонации в шпурах и в естественной сети трещин должно поддерживаться в течение сравнительно большого промежутка времени.

Г. Йонсон и В. Хофмайстер, исследуя влияние забойки на результаты взрыва зарядов в шпурах диаметром 36 мм, в качестве критерия оценки эффективности взрыва приняли предельную линию наименьшего сопротивления (л.н.с), т.е. такую, при которой взрыв заряда ещё производит отбойку породы. Опытные взрывания, проведенные в чистой однородной каменной соли на шахте "Мариаглюк" (ФРГ), показали, что предельная л.н.с. при использовании забойки выше, чем в случае взрывания зарядов без забойки [4].

Несомненно, в шпуровых и скважинных зарядах, степень замкнутости которых несравненно выше, чем у наружных, забойка будет оказывать меньше влияние на полноту детонации, но всё же, особенно при прямом инициировании, она будет предотвращать потери энергии, необходимой для самоподдержания процесса детонации [5].

Забойка увеличивает эффективную длину ударной волны и начальное давление газов взрыва. По [6], забойка должна обеспечить сохранение высокого давления в зарядной полости в течение промежутка времени, достаточного для завершения отколообразования во всей области от свободной поверхности до зарядной полости. Следуя мнению А.Н. Ханукаева [7] о повышении доли разрушения породного массива ударной волной с увеличением акустической жесткости породы, можно полагать, что роль забойки по мере увеличения плотности и крепости породы должна возрастать.

Забойка увеличивает длительность поршневого воздействия продуктов детонации на стенки зарядной полости и первичных трещин, образовавшихся на границе с зарядной полостью в процессе возникновения и прохождения ударной волны взрыва. Согласно исследованиям А.Ф. Беляева и М.А. Садовского [8], при одинаковой величине импульса взрыва объем общих форм работы взрыва тем больше, чем больше длительность импульса, т.е. чем дольше воздействует давление газов взрыва на стенки зарядной полости.

Естественно, что при рассмотрении механизма взаимодействия взрыва и забойки возникает вопрос об эффективной длине последней. Вопрос о величине забойки явился предметом многих теоретических и экспериментальных исследований.

Некоторые специалисты полагают, что забойка должна быть возможно большей величины. Так, в работе [9] отмечается, что чем больше величина забойки или чем плотнее она "...тем больше бризантность и работоспособность ВВ, а следовательно, тем полнее протекает реакция взрыва".

Другие, например П.А. Демчук [10] считают, что с увеличением длины забойки шпуров и скважин коэффициент полезного действия взрыва до некоторого предела возрастает пропорционально длине забойки. Таким пределом

ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

является соотношением между длиной заряда и забойки, при котором время детонации заряда равно времени вылета забойки. Удлинение забойки выше этого предела не приведет к повышению этого КПД взрыва, т.к. условия взрывания зарядов остаются примерно постоянными: детонация патронов ВВ в любом случае завершается в условиях закрытой газовой камеры.

В тоже время в ряде работ отмечается, что эффективность действия забойки определяется соотношением времени движения её в скважине t_c ко времени, в течении которого происходит разрушение среды t_p .

Об эффективной длине забойки четко сказано в работе И.И. Гогичева [11]. Анализируя данные выполненных экспериментальных исследований, он пришел к выводу, что эффективная длина забойки определяется величиной "пробки", которая возникает в результате бокового распора материала при воздействии взрыва на торец забойки. Им предложена следующая формула для определения длины забойки

$$l_3 = \frac{2l \cdot V_1}{V_2}, \quad (1)$$

где l – длина заряда, м; V_1 – скорость ударной волны в материале забойки, м/с; V_2 – скорость детонации, м/с.

Хотя выводы И.И. Гогичева более близки к действительности, всё же физическая сущность формулы вызывает сомнения, т.к. в ней недостаточно полно учтены свойства ВВ и забоечных материалов, в то время как качество внутренней забойки шпуров и скважин зависят, прежде всего, от применяемого забоечного материала и его физико-механических свойств.

Для определения необходимой длины забойки К. Хино рекомендует следующую зависимость:

$$l_3 = 2 \left[1 - \frac{2}{3} \left(\frac{\sigma_p}{P_d} \right)^{1/6} \right] \cdot W, \quad (2)$$

где l_3 – длина забойки, м; σ_p – предел прочности породы на растяжение, МПа; P_d – детонационное давление в шпуре, МПа; W – линия наименьшего сопротивления равная глубине полной воронки отрыва, м.

Формула К. Хино не учитывает качества забоечного материала, от которого во многом зависит величина l_3 , что сильно сказывается на точности расчета длины забойки.

А.Н. Ханукаев в работе [7] отмечает, что энергия волн напряжений, возникающих при взрыве в среде горных пород с увеличением длины забойки до некоторого предела возрастает, после чего начинает убывать. Таким пределом является длина забойки, при которой наступает равенство $t_{B.3.} = t_d$ где $t_{B.3.}$ – время вылета забойки; t_d – время детонации ВВ. Дальнейшее увеличение длины забойки сопровождается повышением доли энергии, затрачиваемой на местное переизмельчение породы на контакте заряд–стенка скважины, а энергия волн напряжений, распространяющихся в массиве, уменьшается. Поэтому, считая, что разрушение горного массива происходит за счет совместного действия ста-

ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

тического давления продуктов детонации и ударной волны (что наиболее вероятно), длину забойки, при которой $t_{B.3.} = t_D$ следует признать оптимальной.

Цель работы – обоснование перспективности применения патронированной забойки ПЗС–2К и проведение промышленных испытаний в условиях ОАО «СЕВУРАЛБОКСИТРУДА».

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Целесообразно кратко остановится на определении влияния величины забойки на распределение боковых удельных импульсов вдоль образующей скважины при взрыве цилиндрического заряда.

Нетрудно представить, что давление в скважине и энергия волн напряжений могут быть максимальными только в случае, если детонация всего заряда завершилась в условиях закрытой газовой камеры. Иными словами, энергия взрыва может быть использована максимально только при условии, если время вылета забойки $t_{B.3.}$ будет больше или равно полному времени детонации заряда t_D , т.е. должно соблюдаться $t_{B.3.}/t_D \geq 1$.

Смещение и преобразование деформации слоев породы, прилегающих к боковой поверхности заряда, при этом будут происходить лишь при условии $I_0 > I_{KP}$, где I_0 – удельный импульс взрыва; I_{KP} – критическое значение удельного импульса, при котором еще обеспечивается разрушение данной породы.

Подтверждает справедливость этого, по мнению Ф.А. Баума [12] следующий факт: «...даже при взрыве любого слабого ВВ начальное давление в зарядной камере существенно больше величины прочностного сопротивления любой наикрепчайшей породы. В то же время, при отсутствии забойки над зарядом взрыв скважинного заряда в некоторых случаях не вызывает сколько-нибудь ощутимых разрушений в окружающем его горном массиве, т.к. из-за свободного осевого разлета продуктов взрыва давление в скважинном пространстве быстро падает, и удельный импульс взрыва может оказаться меньше, чем его критическое значение для данной горной породы». При такой исходной концепции было найдено распределение удельных импульсов при взрыве вдоль боковой поверхности скважины в зависимости от величины забойки и некоторых других факторов (параметров заряда, свойств ВВ):

$$I = \frac{P_H H_3}{D} \int_{\sqrt{\frac{8M}{m} \left[\left(\frac{X}{H_3} + 1 \right)^2 - 1 \right]}}^{\infty} \left(1 + \frac{m}{8M} \tau^2 \right)^{-3/2} \cdot dt = \sqrt{\frac{8M}{m}} \left(1 - \sqrt{1 - \left(1 + \frac{X}{H_3} \right)^{-2}} \right). \quad (3)$$

В интервале сечений - $H_3 \leq X \leq 0$ удельный импульс имеет постоянное значение и равен при $X = -H_3$

$$I_0 = \frac{P_H H_3}{D} \sqrt{\frac{8M}{m}}.$$

Автором было показано, что наличие забойки, масса которой в два раза превышает массу заряда ВВ, обеспечивает такой же боковой импульс взрыва, как и

ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

при полном (до устья) заполнении скважины ВВ. Однако характер распределения удельных импульсов более благоприятен при наличии забойки. Следовательно, при плотности забойки, вдвое большей плотности ВВ, длина заряда ВВ и длина забойки должны быть одинаковыми.

В работе [13] для исследования влияния действия взрыва заряда на горный массив в ближней зоне взрыва были рассчитаны параметры газодинамического воздействия давления продуктов взрыва и параметры волны напряжений в массиве в ближней зоне путем численного решения двумерной нестационарной задачи. Энерговыделение при взрыве заряда рассматривалось с учетом скорости распространения детонации по его длине для различных конструкций зарядов и способов инициирования. При указанных допущениях детонационные и газодинамические процессы в шпуре могут быть описаны системой уравнений Эйлера, с добавлением в уравнение энергии члена, описывающего выделение энергии при распространении детонации. Замыкает расчетную систему уравнение состояния среды.

Результаты расчета газодинамических параметров в зарядной камере шпура представлены в виде графической зависимости на рис. 1. Показано суммарное воздействие давления газообразных продуктов взрыва на стенке шпура в зависимости от конструкции заряда.

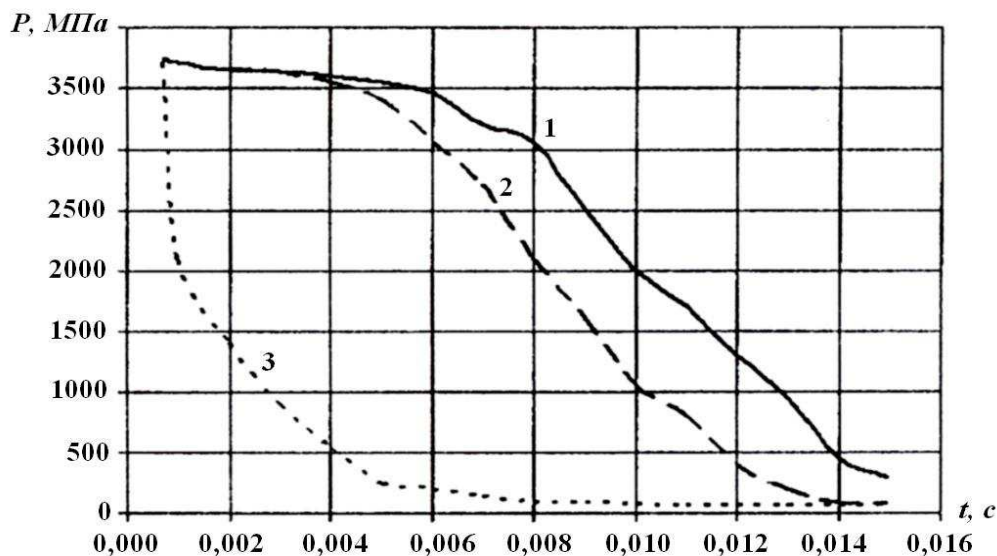


Рисунок 1 – График суммарного воздействия давления газообразных продуктов взрыва на стенке шпура в зависимости от конструкции заряда:

1 – заряд с профилированной забойкой; 2 – заряд с песчано-глинистой забойкой;
3 – заряд без забойки

На основе численных результатов давления в зарядной полости для различных конструкций зарядов рассчитаны импульсы взрыва (рис. 2), которые определяют степень разрушения массива горных пород.

Как показали результаты, конечное время активного действия импульса взрыва для зарядов с профилированной забойкой составляет 13 мс, для песчано-глинистой и без забойки – 11 и 7 мс, соответственно.

ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

Таким образом, если ввести коэффициент динамического воздействия импульса взрыва на массив заряда без забойки и принять его за единицу, то этот коэффициент для зарядов с профилированной забойкой и песчано-глинистой забойкой будет равен – 1,44 и 1,22 соответственно. Полученные коэффициенты действия импульса взрыва позволяют корректировать расчеты удельного расхода ВВ для различных конструкций шпуровых зарядов.

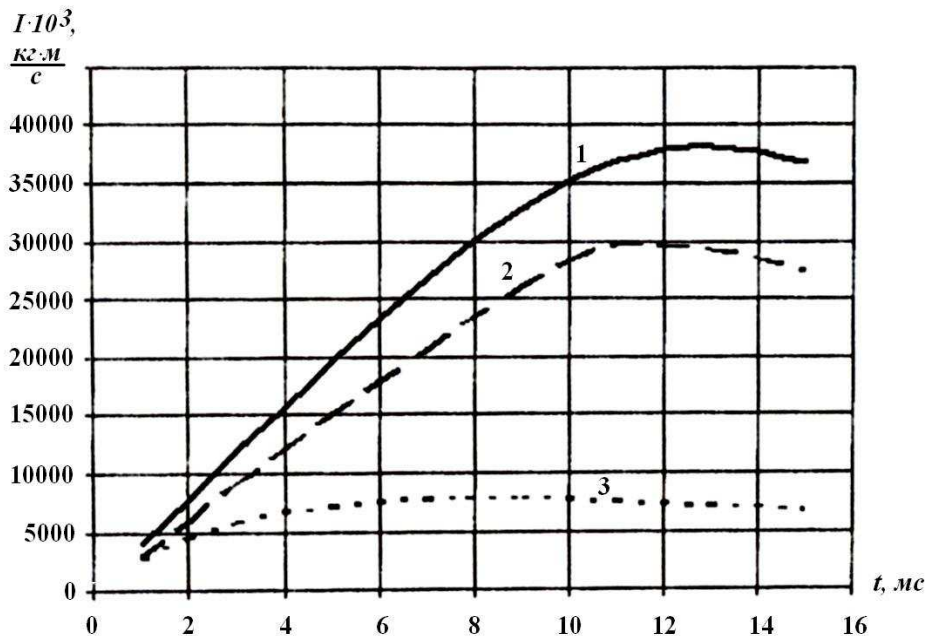


Рисунок 2 – График зависимости импульса взрыва от времени и конструкции заряда: 1 – заряд с профилированной забойкой; 2 – заряд с песчано-глинистой забойкой; 3 – заряд без забойки

ЗАО «Межведомственная комиссия по взрывному делу» при АГН разработало забоечный материал ПЗС–2К, который предназначен для использования в качестве забоечного материала (забойки) при производстве взрывных работ в горной промышленности. Материал пластичный забоечный ПЗС–2К упакованный в ампулы, изготовленные из полиэтиленовой плёнки толщиной 0,15 мм по ТУ 12 УССР–8–15–2–80, используется непосредственно для забойки шпуров. Полиэтиленовые ампулы для пластичного забоечного материала ПЗС–2К длиной 300–350 мм, диаметром 36 мм должны соответствовать ТУ 12 УССР–8–15–2–80, ТУ 12.08.013–89 или ТУ 12.08.014–89. Масса заполненной ампулы не более 0,7 кг.

Материал пластичный забоечный ПЗС–2К допущен к постоянному применению Госгортехнадзором России (письмо № 04–35/11 от 9.01.96 г.)

Для промышленных испытаний в условиях шахт ОАО «СУБР» была наработана опытная партия патронированной забойки ПЗС–2К, изготовленная на основе использования местного сырья (карбонатов), которое добывается на Петропавловском известковом карьере в объеме 7 т.

Материала пластичный забоечный ПЗС–2К представляет собой пластичную массу на основе порошкового ингибитора ЗС–2К, в который входит природный карбонат и хлористый натрий с добавками поверхностно-активных веществ (ПАВ).

**ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ
РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ**

По качественным показателям материал пластичный забоечный ПЗС–2К соответствует требованиям, указанным в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Рецептuru порошкового ингибитора ЗС–2К

Наименование компонента	Обозначение ГОСТ, ОСТ, ТУ	Массовая доля, %	Класс, токсичность, ПДК
1. Природные карбонаты: кальциты или анкериты, доломиты, мел		65–80	4, ПДК не установлен
2. Хлористый натрий или хлористый калий		9,5–12	4, ПДК не установлен
3. ПАВ – сульфанол (в пересчете на 100 % алкилбензолсульфанатов натрия):		0,1–0,2	4, ПДК не установлен
сульфанол-порошок	ТУ 6-01-1001-75		
сульфанол 40 % раствор полученный из n-парафинов	ТУ 6-01-1003-86		

Промышленные испытания патронированной забойки ПЗС–2К на основе активных ингибиторных материалов с повышенной сорбционной способностью проводились с целью повышения эффективности взрывных работ и снижения выбросов ядовитых продуктов взрыва, а также возможности организации производства патронированной забойки в производственных условиях ОАО «СУБР».

Таблица 2 – Требования к материалу пластичному забоечному ПЗС–2К

Наименование показателя	Норма, %
1. Массовая доля природных карбонатов: кальциты или анкериты, доломиты, мел	65–70
2. Массовая доля хлористого натрия или хлористого калия	9,5–10
3. Вода	24–26
4. ПАВ	0,3–0,5
5. Подвижность, мм	20–120

В соответствии с разработанной программой и методикой промышленных испытаний патронированной забойки ПЗС–2К, был выполнен ряд работ по оценке влияния забойки на эффективность взрывных работ в производственных условиях шахты «Красная шапочка» и шахты «Ново-Кальинская».

Результаты промышленных испытаний забойки ПЗС–2К представлены в табл. 3–6.

Таблиця 3 – Результати проведення взрывов без применення патронированной забойки при осуществлении БВР по паспортам, применяемым на шахте «Красная Шапочка» в забое ПДС-40 гор. – 860 м

Дата, смена	Кол-во шпуров, м			Глубина шпуров, м			Кол. ВВ, аммонит, кг	Уход за цикл, м	КИШ	Глубина станканов, м	Выход г.м. за цикл, м ³	Выход г.м. с 1-го шп., м ³	Расход ВВ на 1 м ³ , кг	Кол-во забойки, шт.	
	вруб	Пом.	Окон Т.	вруб	Пом.	Окон Т.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
18.01	1см	13	9	17	1,5	1,4	1,4	38,0	1,15	0,82	0,25	15,87	0,41	2,39	0
	2см	13	9	17	1,5	1,4	1,4	38,0	1,0	0,71	0,4	13,8	0,36	2,75	0
	3см	13	9	17	1,5	1,4	1,4	38,0	1,15	0,82	0,25	15,87	0,41	2,39	0
19.01	1см	13	9	17	1,5	1,4	1,4	38,0	1,2	0,86	0,2	16,56	0,42	2,29	0
	2см	13	9	17	1,5	1,4	1,4	38,0	1,3	0,93	0,1	17,94	0,46	2,12	0
	3см	13	9	17	1,5	1,4	1,4	38,0	1,3	0,93	0,1	17,94	0,46	2,12	0
20.01	1см	13	9	17	1,5	1,4	1,4	38,0	1,0	0,71	0,4	13,8	0,35	2,75	0
	2см	13	9	17	1,5	1,4	1,4	38,0	1,0	0,71	0,4	13,8	0,35	2,75	0
	3см	13	9	17	1,5	1,4	1,4	38,0	1,1	0,79	0,3	15,18	0,39	2,5	0
Среднее значение		13	9	17	1,5	1,4	1,4	38,0	1,13	0,81	0,27	15,64	0,40	2,45	0

(S=13,8 м², расход ВВ по паспорту 38,0 кг, удельный расход ВВ Аммонит 6ЖВ – 2,32 кг/м³)

Таблиця 4 – Результати проведення опытных взрывов с целью испытания эффективности патронированной забойки при осуществлении БВР по паспортам, применяемым на шахте. «Красная Шапочка» в забое ПДС-40 гор. –860 м

Дата, смена	Кол-во шпуров, м			Глубина шпуров, м			Кол. ВВ, Аммонит, кг	Уход за цикл, м	КИ Ш	Глубина станканов, м	Выход г.м. за цикл, м ³	Выход г.м. с 1-го шп., м ³	Расход ВВ на 1 м ³ , кг	Кол-во забойки, шт.
	вруб	Пом. т.	Окон т.	вруб	Пом. т.	Окон т.								
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
27.01	2см	13	9	17	1,5	1,4	1,4	1,25	0,89	0,15	17,25	0,45	2,2	32
01.02	1см	13	9	17	1,52	1,47	1,41	1,21	0,84	0,25	16,7	0,43	2,03	50
	2см	13	9	17	1,51	1,40	1,32	1,23	0,86	0,20	16,7	0,43	2,12	33
02.02	1см	13	9	17	1,55	1,41	1,39	1,22	0,84	0,23	16,8	0,43	2,14	41
	2см	13	9	17	1,49	1,40	1,43	1,22	0,85	0,22	16,8	0,43	2,14	42
	3см	13	9	17	1,52	1,42	1,34	1,22	0,86	0,20	16,8	0,43	2,14	32
10.02	1см	13	8	19	1,78	1,72	1,67	1,37	0,82	0,24	18,9	0,49	2,01	33
	2см	13	8	19	1,74	1,72	1,68	1,33	0,78	0,37	18,3	0,48	2,07	33
	3см	13	8	19	1,74	1,69	1,59	1,37	0,83	0,28	18,9	0,49	2,01	33
11.02	1см	13	8	19	1,79	1,65	1,64	1,33	0,79	0,35	18,4	0,48	2,1	33
	2см	13	8	19	1,77	1,65	1,59	1,25	0,75	0,39	17,25	0,45	2,2	33
	3см	13	8	19	1,74	1,73	1,62	1,31	0,78	0,36	18,1	0,47	2,1	32
12.02	1см	13	8	19	1,79	1,60	1,54	1,34	0,83	0,28	18,5	0,49	2,05	33
	3см	13	8	19	1,78	1,62	1,56	1,40	0,85	0,23	19,3	0,50	1,97	33
Среднее значение		13	8	19	1,66	1,56	1,51	1,29	0,83	0,27	17,76	0,46	2,09	35

(S=13,8 м², удельный расход ВВ Аммонит 6ЖВ – 2,32 кг/м³)

**ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ
РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ**

Таблиця 5 – Середні показателі по ПДС–40

	Кол-во шпуров, шт			Глубина шпуров, м			Кол. ВВ, аммонит, кг
	вруб	Пом.	Оконт	вруб	Пом.	Оконт	
1	2	3	4	5	6	7	8
Взрывание без забойки	13	9	17	1,5	1,4	1,4	38,0
Взрывание с забойкой	13	8	19	1,66	1,56	1,51	37,14
Тип взрывания	Уход за циклом	КИШ	Глубина стаканов, м	Выход г.м. за цикл, м ³	Выход г.м. с 1-го шп., м ³	Расх ВВ на 1м ³ , кг	Кол-во забойки, шт.
1	9	10	11	12	13	14	15
Взрывание без забойки	1,13	0,81	0,27	15,64	0,40	2,45	0
Взрывание с забойкой	1,29	0,83	0,27	17,76	0,46	2,09	35

Таблиця 6 – Удельные расходы ВВ и СИ

Испытания	Удельный расход ВВ, кг/м ³	Удельный расход СИ (СИНВ), шт./м ³
Без применения забойки по действующему паспорту БВР	2,43	2,05
С применением забойки, без изменения паспорта БВР	2,29 (снижение 6 %)	1,90 (снижение 7 %)
С применением забойки, с уменьшением расхода ВВ	2,14 (снижение 12 %)	1,90 (снижение 7 %)
С применением забойки, с увеличением глубины шпуров	2,11 (снижение 15 %)	1,80 (снижение 15 %)

В процессе промышленных испытаний определялось влияние забойки ПЗС–2К на снижение выбросов ядовитых продуктов взрыва. Как показали результаты анализа рудничного воздуха в забоях горных выработок после проведения взрывных работ с применением забойки в рудничном воздухе снижается процентное содержание по объёму CO₂ до 1 % за 30 минут, CO от 30 до 87% за 30 минут, NO + NO₂ от 43 до 74,4% за 30 минут (результаты измерений Извещения №№ 42, 51, 60, 65 Химлаборатории оперативного взвода ВГСЧ Север. ВГСО от 20.01.–26.01.2010).

ВЫВОДЫ. Всестороннее изучение влияния забойки ПЗС–2К на процесс взрывного разрушения горных пород свидетельствует о целесообразности и необходимости ее применения при ведении взрывных работ в породах любой крепости

ТЕОРЕТИЧНІ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВИБУХОМ

по шахтам ОАО «СУБР». Для изготовления забойки ПЗС–2К можно использовать местное сырье – природный известняк Петропавловского известнякового карьера. Применение забоечного материала позволяет завершить процесс детонации до раскрытия газовой полости, увеличивая, тем самым, передачу энергии в массив. Применение забойки ПЗС–2К позволяет увеличивать эффективность взрывных работ со снижением удельного расхода ВВ и СИ (СИНВ) до 15 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ассонов В.А., Демчук П.А., Кузнецова Д.С. Определение оптимальной длины песчано-глинистой забойки шпуров // В кн. «Взрывное дело», № 55/12. – М.: Недра, 1964. – С. 60 – 68.
2. Демидюк П.А. Роль и эффективность забойки в горных взрывных работах. – М.: Изд. ИГД им. А.А. Скочинского, 1964 – 32 с.
3. Mečiržova I. Možnosti zvyšování efektivity hromadných odstřelů. Ruda, 1962, № 3. – 66 с.
4. Труды IV научно-технического совещания по буровзрывным работам. – М.: Госгортехнадзор, 1962. – 116 с.
5. Демидюк Г.П. О повышении степени полезного использования энергии взрыва // В кн. «Взрывное дело», № 60/17. – М.: Недра, 1966. – С. 237 – 254.
6. Фадеев А.Б. Расчет скважинного заряда с позиций волновой теории взрыва // В кн. «Взрывное дело», № 55/12. – М.: Недра, 1964. – С. 74 – 82.
7. Ханукаев А.Н. Энергия волн напряжений при разрушении пород взрывом. – М.: Госгортехиздат, 1962. – С. 47–104.
8. Беляев А.Ф., Садовский М.А. О природе фугасного и бризантного действия взрыва // В кн. «Физика взрыва», № 1. – М.: АН СССР, 1952. – С. 3 – 20.
9. Магойченков М.А. Из опыта буровзрывных работ. – М.: Углетехиздат, 1949. – С. 61 – 71.
10. Демчук П.А. Влияние забойки на условия взрыва и новые виды забойки шпуров. – Колыма, 1963. – № 8. – С. 45 – 51.
11. Гогичев И.И. О необходимой длине забойки шпуровых зарядов // Техническая информация. Серия "Тяжелая промышленность", № 39.– Тбилиси, 1963. – С. 38 – 46.
12. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М.: Физматгиз, 1960. – С. 664–680.
13. Андреев Р.Е. Повышение эффективности контурного взрывания при проходке горных выработок глубоких горизонтов подземных рудников: автореферат дисс. на соиск. научн. степени канд. техн. наук: спец. 25.00.20 «Геомеханика, разрушение горных пород и горная теплофизика» / Р.Е. Андреев. – Санкт-Петербург: РИЦ СПГГИ, 2009. – 20 с.

TEST RESULTS OF PATRONIZED TAMPING PZS-2K AT "SEVURALBOKSITRUDA"

A. Gigrin, K. Murin

IGD A.A. Skochinskiy

prosp. Octjabrskiy 41, Lyubertsy, Moscow region, Russia. E-mail: igd@igds.ru

The results of the analysis of the various studies of the effect of tamping on the ef-

efficiency of blasting and best of its length, and the results of industrial tests of patronize tamping PZS-2K in production conditions of mines of "SUBR". Application of tamping material allows it to complete the process of detonation before the disclosure of the gas cavity, thereby increase transfer of energy to the array. Application stemming PZS-2K allows increases the efficiency of blasting to lower specific consumption of explosives and SI (SINV) to 15%.

Key words: tamping, efficient energy, impulse, explosion, hole, well.

REFERENCES

1. Assonov V.A., Demchuk P.A., Kuznetsova D.S. Determination of optimal length of sandy-clay tamping holes // *Vzryvnoe delo*. – М.: Nedra, 1964. – № 55/12. – PP 60 – 68. [in Russian]
2. Demidyuk P.A. The role and effectiveness of stemming in mining explosion operations. – М.: IGD A.A. Skochinskiy, 1964 – 32 p. [in Russian]
3. Mečiržova I. Možnosti zvyšovani efectivnosti hromadnyh odstřelu. *Rudy*, 1962, № 3. – 66 p. [in Polish]
4. Proceedings of the IV International Scientific-Technical Conference on drilling and blasting. – Moscow: State Technical Surveillance, 1962. – 116 p. [in Russian]
5. Demidyuk G.P. On increasing the degree of useful energy of the explosion // *Vzryvnoe delo*. – М.: Nedra, 1966. – № 60/17. – PP 237 – 254. [in Russian]
6. Fadeev A.B. The calculation of the charge from the standpoint of the well of the wave theory of explosion // *Vzryvnoe delo*. – М.: Nedra, 1964. – № 55/12. PP 74 – 82. [in Russian]
7. Hanukaev A.N. Wave energy stress fracture of rocks with explosion. – Moscow: Gosgortekhzdat, 1962. – PP. 47–104. [in Russian]
8. Belyaev A.F., Sadovsky M.A. On the nature of explosive and brizant of validity of explosion // *Physics of the explosion*, № 1. – М.: Academy of Sciences of the USSR, 1952. – PP 3 -20. [in Russian]
9. Magoychenkov M.A. From the experience of blasting. – М.: Ugletekhizdat, 1949. – PP. 61 – 71. [in Russian]
10. Demchuk P.A. Effect of stemming on the terms of the explosion and new tamping holes. – *Kolyma*, 1963. – № 8. – PP. 45 – 51. [in Russian]
11. Gogichov I.I. About the required length of borehole charges stemming // *Technical Information. A series "Heavy Industry"*, № 39. – Tbilisi, 1963. – PP. 38 – 46.
12. Baum F.A., Stanyukovich K.P., Schechter B.I. *Physics of the explosion*. – М.: Fizmatgiz, 1960. – PP. 664 – 680. [in Russian]
13. Andreev R.E. Improving the efficiency of contour blasting at prosalable mining deep levels of underground mines: synopsis diss. Of candidate of sciences: spet. 25.00.20 "Geomechanics, breaking of mine rocks and mine and thermal physics" / R.E. Andreev. – St. Petersburg, 2009. – 20 p. [in Russian]

Стаття надійшла 03.05.2013