

Глюкауф

на русском языке

www.gluckauf.ru

ISSN 0130 • 1233

4

ДЕКАБРЬ

2008

ЖУРНАЛ ПО СЫРЬЮ, ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЭНЕРГЕТИКЕ • МОСКВА

■ Комбайны и машины для добычи калийной руды и каменной соли

■ Обогащительное оборудование

■ Проходческие комбайны и погрузочные машины для угольных шахт

Новый проходческий комбайн КП200Т



Копейский машиностроительный завод

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

www.kopimash.ru

В ЭТОМ ВЫПУСКЕ

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

АВТОМАТИЗАЦИЯ

Якоби В. Работающие в режиме реального времени стандартизированные системы управления для выполнения задач автоматизации в подземных горных условиях

БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ РАБОТ

Шульте К.-П. Четырехкамерный мешочный сланцевый заслон – сокращающая расходы системная инновация для конструктивной защиты от взрывов в шахтах. Часть 2

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

Шкуматов А.Н., Черкасов И.А. Совершенствование буровзрывных работ на шахтах украинского Донбасса

ИНДУСТРИЯ ПОСТАВОК ОБОРУДОВАНИЯ

Штёкманн К. Сырьевой бум открывает новые возможности для немецких производителей горных машин

ПОСТАВЩИКИ УСЛУГ

Руппехт О., Дурхгольц Р., Циглер М., Райнарц Э. RWE Power International RE GmbH – поставщик услуг для мировой горнодобывающей промышленности

САНИРОВАНИЕ

Бешорнер Ф., Кёниг А., Лерсов М., Леопольд Д. Устранение последствий деятельности предприятий по добыче урановой руды в Саксонии и Тюрингии – 15 лет компании «Висмут ГмбХ»

ГОРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ ЗА РУБЕЖОМ

Ведиг М., Баттеншлаг В.-Д. Каменный уголь в Индонезии: политические, экономические и технологические факторы развития

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СОБЫТИЯ

СЫРЬЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО

Роде Р., Любке Р. Немецкий рынок каменного угля в 2007 году

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Мурашев В.В. Тоннелепроходческий комбайн КП200Т

ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Панин А.С., Винский В.С., Колпаков А.Н. Об опыте повышения экономичности ленточных конвейеров в горной промышленности

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФИРМ

ТТМ – Научно-коммерческое предприятие «ТРАНСТЕХМАШ»
Трудносоразмерные конвейерные ленты от ZGB/CBB
От Томаша Бати – к T Machinery a.s. 75 лет традиций и инноваций
«Донбасскабель»: современная продукция для угольной отрасли
Пресс ПССШ-1А1 для горячей вулканизации конвейерных лент

ВЫСТАВКИ • КОНГРЕССЫ • СИМПОЗИУМЫ

АДРЕСА В ИНТЕРНЕТЕ

ЮБИЛЕЙ

Васильев А.Н., Табачников В.В.

НОВОСТИ

НЕКРОЛОГ

Вайнмаер Е.Е., Эйнер Ф.Ф.

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ ЗА 2008 ГОД

АНТОН САВВИЧ КУЗЬМИЧ. К 100-ЛЕТИЮ

ШАХТНЫЙ МЕТАН

Безпflug В.А. Анализ внедрения эмиссионных проектов с шахтным метаном

DIESE AUSGABE

4 KURZINFORMATIONEN

10 AUTOMATISIERUNG

Jacoby W. Echtzeitfähige standardisierte Steuerungen für Automatisierungsaufgaben im Untertagebergbau

16 GRUBENSICHERHEIT

Schulte K.-P. Vier-Kammer-Gesteinstaubbeutel-Sperre – eine Kosten reduzierende Systeminnovation für den konstruktiven Explosionsschutz unter Tage. Teil 2

25 BOHR- UND SPRENGTECHNIK

Schkumatow A.N., Tscherkassow I.A. Weiterentwicklung der Bohr- und Sprengtechnik in den Bergwerken des ukrainischen Donbass

28 BERGBAUZULIEFERINDUSTRIE

Stöckmann K. Chancen des Rohstoffbooms für die deutschen Bergbaumaschinenhersteller

31 BERGBAUDIENSTLEISTER

Rupperecht O., Durchholz R., Ziegler M., Reinartz E. Die RWE Power International RE GmbH – Bergbaudienstleister weltweit

36 SANIERUNG

Beschorner F., König A., Lersow M., Leupold D. Sanierung der Hinterlassenschaften des Uranerzbergbaus in Sachsen und Thüring – 15 Jahre Wismut GmbH

41 AUSLANDSBERGBAU

Wedig M., Battenschlag W.-D. Steinkohle in Indonesien – Politische wirtschaftliche und technologische Einflüsse

47, 65 INTERNATIONALE EREIGNISSE

48 ROHSTOFFWIRTSCHAFT

Rohde R., Lübke R. Der deutsche Steinkohlenmarkt im Jahr 2007

54 BERGBAUMASCHINEN

Muraschew W.W. Tunnelvortriebsmaschine KP200T

58 MASCHINENTECHNIK

Panin A.S., Winskij W.S., Kolpakow A.N. Erfahrungen mit der Steigerung der Wirtschaftlichkeit von Bandförderern im Bergbau

34 FIRMENTÄTIGKEIT

ТТМ – Wissenschaftliches Handelsunternehmen „TRANSTECHMASCH“

60 Schwerentflammable Förderbänder von der ZGB/CBB

62 Von Tomas Batja – zu T Machinery a.s. 75 Jahre Tradition und Innovation

66 „Donbasskabel“: Moderne Produkte für den Kohlenbergbau

68 Presse PSSch-1A1 für die Heißvulkanisation von Förderbändern

70 VERANSTALTUNGEN

71 INTERNET-ADRESSEN

72 JUBILÄUM

Wassiljew A.N., Tabatschnikow W.W.

73 NEUHEITEN

74 NACHRUF

Wainmaer Je.Je., Einer F.F.

75 JAHRESINHALTSVERZEICHNIS 2008

76 ANTON SAWWITSCH KUSMITSCH. ZUM 100. GEBURTSTAG

78 GRUBENGAS

Bespflug W.A. Analyse der Realisierung von Emissionsprojekten mit Grubengas

Главный редактор В. Е. ЗАЙДЕНВАРГ
Заместитель главного редактора В. Ф. ЧЕРКАСОВ

Русский перевод журнала «Глюкауф» – отраслевого журнала по сырью, горной промышленности, энергетике.

Управляющие: Кристиан Зенн, Михаэль Ульрих-Лай.

Шеф-редактор: дипл. инж. Карстен Гутберлет.

© 2008 Издательство «ФаугЭ Ферлаг ГмбХ», Эссен.

Адрес издательства: Монтебрухштрассе, 2, D-45219, Эссен.

Почтовый адрес: почтовый ящик 18 56 20, D-45206 Эссен, ФРГ.

© ООО «АльфаМонтан-Бюро» «Глюкауф на русском языке», 2008

Russische Ausgabe der Zeitschrift Glückauf – der Fachzeitschrift für Rohstoff, Bergbau und Energie.

Geschäftsführung: Kristian Senn, Michael Ullrich-Ley.

Chefredakteur: Dipl.-Ing. Karsten Gutberlet.

© 2008 VGE Verlag GmbH, Essen.

Verlagsanschrift: Montebruchstraße 2, D-45219 Essen, Postanschrift:

Postfach 18 56 20, D-45206 Essen, BRD.

E-Mail: info@vge.de; Internet: www.vge.de

Редакторы-переводчики

Подготовка оригинал-макета

Редактор-корректор, связи с общественностью

Подписка и распространение

Маркетинг, рекламные объявления

Адрес редакции: 119019, Москва,

ул. Новый Арбат, д.15, стр.1

Телефон: (495) 723-7500 доб. 2608,

факс: (495) 691-6834.

Все права защищены.

Перепечатку необходимо согласовывать.

Ссылка на журнал обязательна.

А. А. Левин,

Н. А. Радионова

Г. А. Шапенко

Е. В. Черкасова

Г. А. Шапенко

И. И. Черкасова

Эл. почта: ga@riu.ru

Интернет: www.gluckauf.ru

Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати.

Регистрационное свидетельство № 013847 от 28 июня 1995

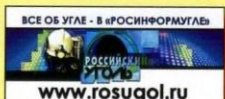
101000, Москва, ул. Мархлевского, 18а

Подписано в печать 19.12.2008 г. Формат 60 × 90/8

Бумага мелованная. Печать офсетная. Печ. л. 10,0

Тираж 3000 экз. Заказ 129

Отпечатано ООО «ОМ ПАБЛИШИНГ»



Все о российской угольной промышленности – на портале «Российский уголь»
«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ» – ОРГАНИЗАТОР КРУГЛОГО СТОЛА «ГЛЮКАУФ-2009»

Совершенствование буровзрывных работ на шахтах украинского Донбасса

Кандидат техн. наук **А. Н. Шкуматов**, доцент кафедры «Строительство шахт и подземных сооружений», руководитель взрывных работ университета, **И. А. Черкасов**, магистрант кафедры «Строительство шахт и подземных сооружений», Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

По данным межведомственной ассоциации «Укрвзрывпром» об объемах производства и расхода взрывчатых материалов, общий расход ВВ в горнодобывающей промышленности Украины превышает 100 тыс. т в год. При этом объемы использования промышленных ВВ составляют около 56 %, ВВ местного приготовления – 43 %, а использование конверсионных ВВ – 1 %. В настоящее время использование горными предприятиями ВВ собственного приготовления, в составе которых совсем отсутствует или существенно уменьшено содержание самого опасного компонента – тротила – постоянно возрастает. Аналогичная картина наблюдается в России и США, где на местах изготавливается 62 % и 82,1 % ВВ, соответственно. На угольных шахтах, опасных по внезапным выбросам метана и взрывам угольной пыли, постоянно возрастает объем применения антигизутных ВВ. Однако бестротильные и предохранительные ВВ являются менее мощными и обладают более низкой детонационной способностью. Поэтому необходима разработка новых технических средств, компенсирующих эти факторы.

Вследствие этого наши исследования были направлены на повышение эффективности взрывных работ в проходческих забоях за счет управления импульсом взрыва.

Распространение продуктов взрыва

При использовании заряда ВВ традиционной конструкции, состоящего из патронированных или гранулированных ВВ и патрона-боевика, значительная часть потенциальной энергии взрыва заряда ВВ расходуется на бесполезное сотрясение массива.

Исследования, выполненные во взрывной камере ДонНТУ с применением мгновенной фотосъемки, позволили установить следующее. При взрыве патрона ВВ, подвешенного к потолку камеры, газы взрыва распространялись в нескольких направлениях. При этом их большая часть (около 90 %) была направлена под углом примерно 75 – 80° к продольной оси патрона ВВ, а остальная часть (около 10 %) – вдоль оси патрона [1]. При некачественной забойке эта часть газов взрыва отражается от дна шпура, увлекает за собой часть газов, направленных в стенки шпура и выталкивает забойку. Шпуры «стреляют». При нормальном качестве забойки продукты детонации, распространяющиеся вдоль оси, рассеиваются в горном массиве. При этом глубина «стаканов» тем больше, чем выше прочность породы.

Поэтому разработка новых технических средств, позволяющих управлять импульсом взрыва заряда ВВ и повышать его энергию, является весьма актуальной.

Управление направлением движения продуктов взрыва

Управлять характером взрывного разрушения массива можно изменением величины и направления импульса взрыва. Для перераспределения им-

Состояние взрывных технологий в горном деле требует качественно нового уровня использования энергии взрыва. По данным межведомственной ассоциации «Укрвзрывпром» об объемах производства и расхода взрывчатых материалов, общий расход ВВ в горнодобывающей промышленности Украины превышает 100 тыс. т в год. При использовании заряда ВВ традиционной конструкции, состоящего из патронированных или гранулированных ВВ и патрона-боевика, значительная часть потенциальной энергии взрыва заряда ВВ расходуется на бесполезное сотрясение массива. Во врубовых шпурах энергию взрыва следует использовать в строго заданном направлении. Для этого была разработана конструкция рефрактора. Результаты внедрения показали, что применение рефракторов рациональной конструкции позволило существенно улучшить ряд технико-экономических показателей проходки. Для повышения эффективности взрывных работ целесообразно расширить объем внедрения рефракторов, а также разработать технические устройства, позволяющие управлять энергией взрыва не только в донной части шпура, но и по всей длине заряда. Направлением дальнейших исследований является изготовление рефракторов из экологически чистых, безопасных и экономичных материалов.

пульса взрыва, воздействующего на разрушаемые горные породы, при буровзрывной технологии проведения горных выработок, разработаны шпуровые рефракторы – устройства для искривления / преломления ударных волн и продуктов детонации [2].

Во врубовых шпурах энергию взрыва следует использовать в строго заданном направлении. Для этого была разработана конструкция рефрактора [3], показанная на рис. 1.

Наличие нижней цилиндрической части диаметром, равным диаметру патрона ВВ, необходимо для устойчивости рефрактора в горизонтальных и наклонных шпурах.

Разворотом продуктов взрыва управляют боковые криволинейные поверхности сопряжения пластины с нижней цилиндрической частью. Торец хвостовой части закруглен. Для правильного расположения рефрактора в шпуре в его хвостовой части делается углубление глубиной 5 – 6 мм и шириной 2 – 3 мм, в которое вставляется плоская пластина из цветного металла, не дающего искры, надеваемая на забойник.

Рефрактор, используемый во вспомогательных шпурах, должен обеспечивать осесимметричное перераспределение продуктов взрыва для равномерного дробления породы. Поэтому его конструкция отличается тем, что боковая поверхность образована вращением ломаной кривой второго порядка вокруг вертикальной оси с закругленной головной частью, обеспечивающей минимальное сопротивление продуктам взрыва. Необходимым условием является плавность профиля, обеспечивающая раз-



БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

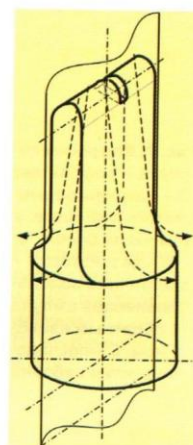


Рис.1. Конструкция рефрактора, предназначенного для использования энергии взрыва во врубовых шпурах в строго заданном направлении

Сравнение показателей БВР до и после внедрения рефракторов

Наименование	Значение		Отклонение
	до	после	
Число шпуров	78	66	-15,4 %
Число шпурометров, м	101,4	101,85	0,44%
КИШ	0,77	0,99	22,00%
Удельный расход ВВ, кг/м ³	1,65	1,47	-10,9 %

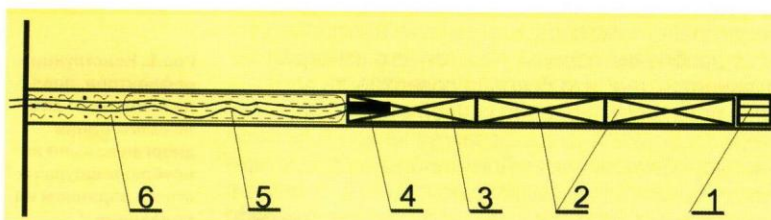
ворот потока продуктов детонации, движущегося внутри шпура. Отраженные многократно от стенок шпура продукты взрыва, соударяясь с криволинейной поверхностью сопряжения хвостовой и цилиндрической частей рефрактора, также перераспределяются в радиальном направлении.

Для придания проводимой выработке формы, соответствующей проектной, обеспечения минимальных переборов породы и сохранения законтурного массива необходимо выполнять перераспределение осевого импульса взрыва в радиальный не во всех направлениях, а лишь в нужном. Для этой цели в оконтуривающих шпурах целесообразно применять рефрактор, выполняющий асимметричное перераспределение. Предложено [4] выполнять его в виде пространственной конструкции, образованной пересечением боковой поверхности основного цилиндра другим (секущим). Ось секущего цилиндра перпендикулярна оси основного. При этом торец одного цилиндра, обращенный ко дну шпура, плоский. Боковая поверхность рефрактора имеет плавный профиль, что обеспечивает постепенное сужение потока продуктов детонации и его разворот строго в радиальном направлении от оси заряда. При этом цилиндрическая форма потока продуктов взрыва меняется на плоскую, распространяющуюся во внутрь контура проводимой выработки, что обеспечивает сохранение законтурного массива и способствует дальнейшему безремонтному поддержанию горной выработки.

Шпуровой заряд изображен на рис. 2. Он включает в себя расположенные последовательно друг за другом от дна шпура к его устью рефрактор, патроны взрывчатого вещества с боевиком, детонатор, эластичную водонаполненную ампулу с обратным клапаном и песчано-глинистую забойку.

Шпуровой заряд работает следующим образом. При взрыве детонатора детонационная волна по патронам ВВ распространяется в направлении дна шпура. Ударные волны и продукты детонации, перемещающиеся в направлении дна шпура, встречая рабочую поверхность рефрактора, изменяют форму потока и направление перемещения. В зависимости от конструкции рефрактора продукты детонации из потока цилиндрической формы, движущегося вдоль оси шпура, переходят в один или два потока плоской формы. Направления их движения относительно первоначального изменяются на 90°. При этом энергия продуктов детонации будет направлена на выполнение полезной работы по подрезанию породного массива в придонной части шпура.

Рис. 2. Шпуровой заряд: 1 – рефрактор; 2 – патроны взрывчатого вещества, в том числе боевик 3; 4 – детонатор; 5 – эластичная водонаполненная ампула с обратным клапаном; 6 – песчано-глинистая забойка



Опытно-промышленная проверка рефракторов

Определение влияния рефракторов на изменение направления движения продуктов взрыва проводилось с использованием стандартных свинцовых цилиндров. Методика проведения экспериментов заключалась в следующем. Для определения радиального импульса взрыва заряд располагали внутри металлической трубы, расположенной горизонтально и имитирующей шпур. Один торец трубы был закрыт. С этой же стороны сделали вырез («окно») длиной, равной длине рефрактора, на половину диаметра трубы. «Окно» было закрыто отпиленной частью трубы. Внутри, напротив выреза, располагали рефрактор. Вплотную к нему помещали патрон аммонита № 6 ЖВ массой 50 г с электродетонатором ЭДКЗ-0П. Далее размещали песчано-глинистую забойку.

Свинцовый цилиндр диаметром 40 мм и высотой 60 мм устанавливали вертикально под «окном». В качестве оценки результатов экспериментов использовалась усадка свинцового цилиндра. Результаты показаны на рис. 3. При испытаниях без рефрактора усадка составила 30,5 %, при использовании рефрактора – 42,5 %. Анализ результатов экспериментов позволил установить, что наличие донной части шпура рефрактора приводит к боковой (на 12 %) усадке свинцового цилиндра, что свидетельствует об увеличении радиального импульса взрыва и, как следствие, уменьшении осевого.

Для определения эффективности использования энергии взрыва на полигоне шахты «Иловайская» ГП «Октябрьуголь» испытания рефракторов проводились в металлических трубах (Ст.5) длиной 1 000 мм с внутренним диаметром 32 и толщиной стенок 4 мм. Трубы заварены с одного торца и втыты в грунт. Условия проведения эксперимента:

- тип ВВ – детонит М;
- диаметр патрона – 32 мм;
- длина патрона – 210 мм;
- масса патрона – 200 г;
- электродетонатор – ЭДКЗ-0П;
- материал забойки – глина.

Результаты испытаний приведены на рис. 4. При взрывании без рефрактора длина разорванной части зарядной камеры составила 478 мм, а с рефрактором – 622 мм, т.е. увеличилась в 1,3 раза. Это свидетельствует о том, что рефрактор управляет не только движением продуктов взрыва в донной части шпура, но, увеличивая объем зарядной камеры, оказывает демпфирующее воздействие на процесс взрыва, что еще больше повышает эффективность взрывных работ.

Производственный опыт

Разработанные конструкции рефракторов внедрены на шахтах украинского Донбасса в соответствии с разработанной «Методикой выполнения шахтных экспериментов» и Руководством по совершенствованию взрывных работ [2]. На применение рефракторов для шпуровых зарядов получены письма-разрешения территориального управления Госгорпромнадзора МЧС Украины.

Для опытно-промышленного производства рефракторов были изготовлены матрицы. Компонентный состав изделий определялся экспериментально. Полученные образцы прошли испытания на механическом прессе на прочность – до полного разрушения. Лучшие результаты показали рефракторы, изготовленные из инертных материалов с добавлением вяжущих и воды.

Рефракторы применялись при проведении вспомогательного квершлага 1-й западной лавы пласта L_8 шахты «Лидиевка» ГП «Донуголь». Горно-геологические условия проведения выработки следующие.

■ Шахта – сверхкатегорная по газу и опасная по пыли.

■ Забой полевой.

■ Коэффициент крепости породы – 6.

■ Площадь сечения выработки вчерне – 13,3 м².

■ Тип ВВ – аммонит Т-19.

При взрывании без рефракторов коэффициент использования шпуров (КИШ) составил 0,72. При использовании рефракторов он повысился до 0,88.

Предложенные конструкции зарядов с рефракторами также прошли испытания в забое 4-го восточного конвейерного штрека пласта L_8 той же шахты, проводимого смешанным забоем с нижней подрывкой в следующих условиях.

■ Коэффициент крепости угля – 1,5.

■ Коэффициент крепости породы – 5.

■ Мощность пласта угля – от 0,62 до 1,28 м.

■ Непосредственная почва – сухой песчаный сланец средней крепости и мощностью 3,85 м.

■ Основная почва – песчаник крепкий, обводнен, мощность 2,65 – 5,0 м.

■ Площадь сечения выработки вчерне – 11,1 м².

■ Тип ВВ – аммонит Т-19.

В этом случае КИШ возрос с 0,72 до 0,81 (на 9 %), а удельный расход ВВ снизился на 0,29 кг/м³ (на 13,4 %). Следует отметить, что для удобства заряжания рефракторы вдавливались в патрон ВВ. Это приводило к созданию в торце патрона кумулятивного углубления и уменьшению рабочей длины рефрактора. В результате ударные волны и концентрированный поток продуктов детонации успевали лишь частично изменить осевое направление на радиальное. Это не позволило довести КИШ до максимального значения.

Результаты предыдущих испытаний были учтены при внедрении конструкции шпурового заряда на шахте «Иловайская» ГП «Октябрьуголь» при проведении уклона № 45. Горно-геологические условия проведения следующие.

■ Забой породный, коэффициент крепости породы 12 (песчаник).

■ Площадь сечения выработки вчерне 13,0 м².

■ Тип ВВ – аммонит Т-19.

В результате КИШ повысился с 0,67 до 0,93 (на 26 %). Удельный расход ВВ снизился с 4,45 кг/м³ до 3,18 кг/м³ (или на 28,6 %). В данном эксперименте рефракторы не вдавливались в патроны ВВ, поэтому в торцах не создавались кумулятивные углубления. Это обеспечило использование всей длины хвостовой части рефракторов и более полное перераспределение осевого импульса взрыва в радиальный, однако параметры рефракторов оказались недостаточными для достижения максимального КИШ.

Поэтому при проведении западного полевого магистрального штрека горизонта 815 м шахты «Трудовская» ГП «Донуголь» были применены рефракторы модифицированной конструкции. Горно-геологические условия проведения:

■ категория шахты по газу – 1-я;

■ категория шахты по пыли – опасная;

■ коэффициент крепости породы 5 – 6;

■ сечение выработки вчерне – 21,6 м²;

■ тип ВВ – аммонит Т-19.

В соответствии с действующим паспортом БВР до внедрения выполнялось бурение 78 шпуров. После внедрения нового паспорта БВР общее число шпуров уменьшилось до 66 за счет увеличения рас-

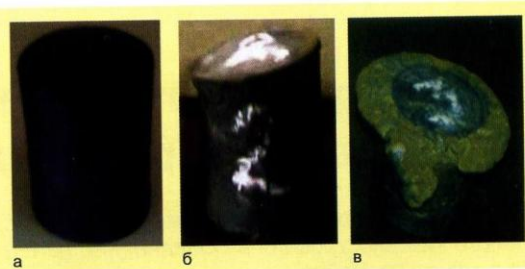


Рис. 3. Результаты экспериментов – усадка свинцового цилиндра: а – до испытаний, б – при испытаниях без рефрактора, в – при использовании рефрактора

стояния между шпурами вследствие более эффективного использования энергии взрыва.

Сравнение показателей БВР до и после применения рефракторов сведено в таблицу.

Выводы

Результаты внедрения показали, что применение рефракторов рациональной конструкции позволило повысить КИШ на 16 – 26 %, увеличив, соответственно, длину заходки, а также сократить число шпуров на 15 %. Скорость проведения горных выработок возросла на 12 – 15 %. Удельный расход ВВ снизился, в среднем, на 10 %. Экономический эффект превысил 150 долл. США на 1 м выработки.

Перспективы

Для повышения эффективности взрывных работ целесообразно расширить объем внедрения рефракторов, а также разработать технические устройства, позволяющие управлять энергией взрыва не только в донной части шпура, т.е. головным импульсом взрыва, но и по всей длине заряда.

Направлением дальнейших исследований является изготовление рефракторов из экологически чистых, безопасных при применении и экономичных материалов, обеспечивающих не только перераспределение, но и повышение энергии взрыва.

Список литературы

1. Shkumatov A. New technical solution in conducting mining excavations // Transactions of the VSB – Technical University Ostrava Mining and Geological Series. № 1. – 2003. – P. 137–140.
2. Руководство по совершенствованию взрывных работ при проведении горных выработок и разделке сопряжений на шахтах ПО «Донецкуголь» / А.Н. Шкуматов, И.В. Антипов. – Донецк. – 2000. – 44 с.
3. Положительное решение по заявке № 4601032/03/153659 СССР, МКИ 5 Е 21 С 37/00. Шпуровой заряд / А.Г. Гудзь, А.Н. Шкуматов и др. (СССР) – от 02.11.1988.
4. Шкуматов А.Н. Управление импульсом взрыва // Науковий вісник Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ: НГУ. – 2006. – № 12. – С. 34–41. ■

без рефрактора



с рефрактором



Рис. 4. Результаты испытаний на полигоне шахты «Иловайская» ГП «Октябрьуголь»