

Криворучко Надежда Ивановна

аспирант,
Институт гидромеханики
НАН Украины,
03680 Украина, г. Киев,
ул. Желябова, д. 8/4,
e-mail: seismica@mail.ru

Krivoruchko Nadezhda I.

post graduate student,
The Institute of Hydromechanics
NAS of the Ukraine
03680 the Ukraine, Kiev,
Zhelyabova str., 8/4,
e-mail: seismica@mail.ru

ВЫПОЛНЕНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕД- ПРИЯТИЯХ УКРАИНЫ

PERFORMING EXPLOSIVE WORKS IN THE UKRAINE MINING PLANTS

Аннотация:

В статье рассмотрены некоторые составные процесса эффективного ведения взрывных работ на горнодобывающих предприятиях Украины. Осуществлена систематизация современных подходов к их выполнению. Проанализированы марки используемых бестроиловых взрывчатых веществ и преимущества неэлектрических систем инициирования скважинных зарядов.

Ключевые слова: взрыв, взрывные работы; взрывчатые вещества; бестроиловые взрывчатые вещества; система инициирования

Abstract:

Some processes' components of efficient performing explosive works in the Ukraine mining plants are considered in this article. Systematization of modern approaches of their performing is carried out. The kinds of the used TNT-free explosives and the advantages of the non-electric systems of hole charges initiation are analyzed.

Key words: explosion, explosive works; explosives; TNT-free explosives; system of initiation

Взрывные работы как способ разрушения горных пород являются неотъемлемой и очень ответственной частью технологического процесса добычи скальных полезных ископаемых. Качественная и своевременная подготовка объемов горной массы к выемке оказывает значительное влияние на эффективность всех последующих технологических процессов переработки сырья. От выполнения взрывных работ зависит, какое сырье будет поступать на дробильно-сортировочные комплексы и какими будут себестоимость и качество готовой продукции.

Значимый вклад в создание высокоэффективных и безопасных технологий взрывания массивов горных пород внесли ученые [1 – 5]: В.Н. Мосинец, В.А. Белин, В.В. Воробьев, В.В. Бойко, А.А. Вовк, А.А. Кузьменко, Б.Н. Кутузов, В.Г. Кравец, В.В. Соболев, К.Н. Ткачук и др. Их работы описывают механизм разрушения горных пород под воздействием взрыва зарядов, но в связи с постоянным развитием горной отрасли, появлением новых технологий они требуют некоторых доработок и постоянных усовершенствований. Поэтому систематизация и анализ современных подходов к выполнению взрывных работ на горнодобывающих предприятиях на сегодня актуальны и являются целью данного исследования.

Результат разрушения горных пород взрывом, главным образом, зависит от типа взрывчатого вещества (ВВ); параметров расположения в массиве скважинных зарядов; схем коммутации, надежности системы инициирования и др. Совершенствование существующих и создание новых средств и методов взрывания является первоначальной задачей, выполнение которой позволит снизить затраты на проведение взрывных работ, а также последующих процессов добычи и переработки за счет улучшения качества взрыва.

В современной горной промышленности все интенсивнее осуществляется переориентация на использование бестротиловых ВВ нового поколения, прежде всего эмульсионных. Так, для выполнения взрывных работ на карьерах Украины постоянно растут объемы потребления ВВ, основой которых являются матричные эмульсии. Эти смесевые ВВ состоят из топливных и окислительных компонентов; а матрица – основной компонент, который представляет собой раствор аммиачной селитры с добавками [6].

Взрывные работы на карьерах, обслуживаемых крупнейшим в Украине предприятием по выполнению взрывных работ – ОАО “Кривбассвзрывпром”, осуществляются с использованием как ВВ, которые содержат тринитротолуол (ТНТ), так и эмульсионных [6, с.66]. Поскольку ТНТ относится к токсическим веществам, которые вызывают развитие профессиональных отравлений, предприятия Украины, в том числе Кривбасса, уменьшают содержание ТНТ во взрывных материалах (ВМ) и применяют преимущественно бестротиловые эмульсионные ВВ – эмонит и украинит. В целом на ОАО “Кривбассвзрывпром” используется до 97 % бестротиловых ВМ и 3 % ВМ, содержащих ТНТ, содержание которого в последних достигает 21 %. Использование украинита-ПМ-2 на карьерах Ингулецкого, Южного и Центрального ГОКов позволяет увеличить производительность и существенно уменьшить стоимость взрывных работ.

На базе ОАО “Интервзрывпром” в настоящее время изготавливают эмульсионное ВВ анемикс по лицензии американской фирмы “Орика”, которое является аналогом использовавшегося ранее ВВ пауэргель. Это ВВ используется на карьере Полтавского ГОКа и карьерах по добыче строительных материалов. Эмульсионные ВВ марки “Эра” ГП “НПО “Павлоградский химический завод” состоят из водо-масляной эмульсии, наполненной аммиачной селитрой и, при необходимости, энергетическими, технологическими добавками. Они выгодно отличаются от тротилсодержащих ВВ и имеют определенные преимущества по сравнению с аналогичными эмульсионными ВВ украинит, анемикс, эмонит (рис. 1).

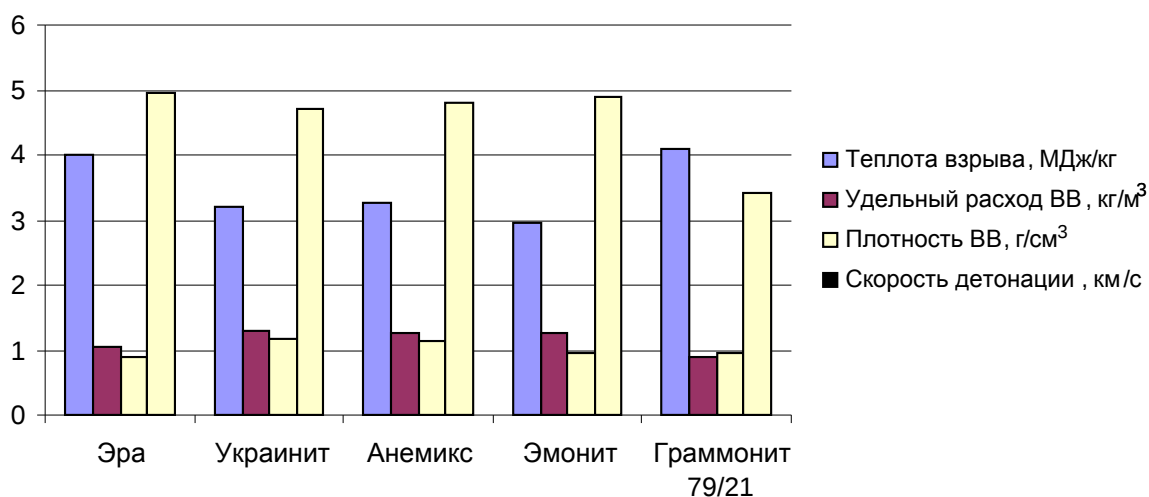


Рис. 1 – Сравнительная характеристика некоторых ВВ по усредненным показателям

Эмульсионные ВВ обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными ВВ (рис. 1 и рис. 2). Они безопасны в хранении, все компоненты ВВ по отдельности не являются взрывоопасными и приобретают детонационные свойства лишь после их смешивания непосредственно перед заряданием скважин; менее токсичны; обладают водостойкостью и не подвержены вымыванию из скважин; имеют высокую плотность, что позволяет зарядание в обводненные скважины без предварительного их осушения; увеличивают производительность и существенно уменьшают стоимость взрывных работ. Одной из главных проблем, сдерживающих развитие применения данного типа ВВ в

Украине, является отсутствие производства пористой гранулированной аммиачной селитры, которая используется для обеспечения физической стабильности ВВ.

Стоит отметить, что в настоящее время производство ВВ сконцентрировано в основном на специализированных предприятиях, что неизбежно влечет за собой, по крайней мере, увеличение времени между производством ВВ и его использованием, повышение затрат на погрузо-разгрузочные работы, транспортирование и обеспечение безопасности при транспортировке и хранении. Поэтому в отечественной и мировой практике открытой разработки месторождений вполне обоснованно проявляется устойчивая тенденция изготовления ВВ непосредственно на горнодобывающих предприятиях. Отказ от использования ВВ заводского изготовления и переход на более дешевые местные ВВ с внедрением соответствующих технологических схем дает значительный экономический эффект.

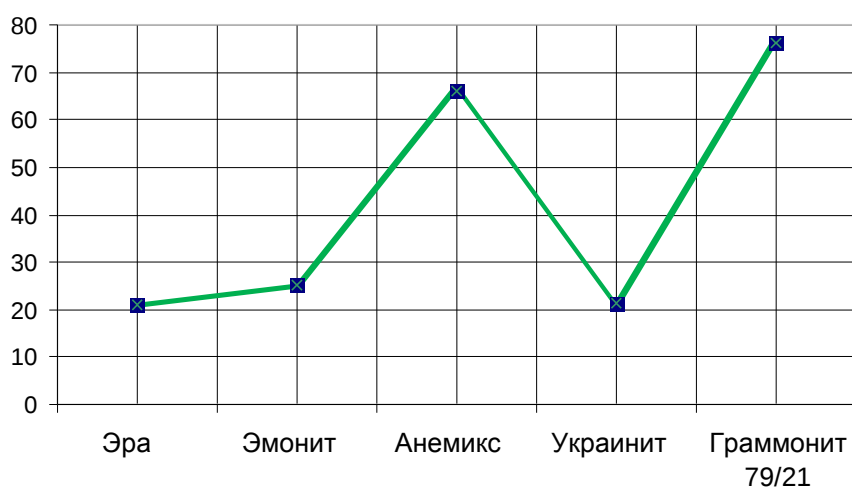


Рис. 2 – Максимальный объем токсичных газов при взрыве ВВ, л/кг

Взрывная подготовка горной массы к выемке является одним из основных факторов, влияющих на величину издержек горнодобывающих предприятий. Годовой объем применения ВВ на крупных горнодобывающих предприятиях составляет от 5 до 50 тыс. т. В связи с этим снижение стоимости подготовки горной массы буровзрывным способом имеет важное значение.

Правильный выбор параметров буровзрывных работ позволяет снижать удельные затраты на использование недр за счет уменьшения объема переизмельчения (потерь) полезного ископаемого и, соответственно, получения большего количества полезной продукции.

В качестве примера рассмотрим объем работ по оптимизации параметров буровзрывных работ, которые были выполнены на карьерах Малинского камнедробильного завода и Пенizeвичского щебеночного завода, входящих в группу компании «Юнигран» [7]. Оба предприятия – разработчики Пенizeвичского месторождения гранитов, расположенного в пределах Коростенского массива.

Использование предприятиями традиционных буровых установок типа СБШ-200 и СБШ-250 не обеспечило необходимой мобильности и гибкости при изменении буровых технологий в зависимости от условий проведения взрывных работ. Широкие эксплуатационные возможности, независимость от источников энергообеспечения определили для современных буровых технологий использование мобильных буровых машин фирм Atlas-Copco и Sandvick взамен буровых станков СБШ-200 и СБШ-250. Осуществление технического перевооружения предприятий с полной заменой старых буровых станков, в частности на бурении скважин, новыми импортными было очень выгод-

ным. Сравним некоторые характеристики одного из самых распространенных старых буровых станков 2СБШ-200 (и его модификации) и нового оборудования типа Atlas-Corpo ROC-L6H (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнительная характеристика старых буровых станков 2СБШ-200
и нового оборудования типа Atlas-Corpo ROC-L6H**

Показатель	2СБШ-200	Atlas-Corpo ROC-L6H
Вес, т	50	19
Высота транспортная, м	6,0	3,15
Длина транспортная, м	12,75	10,3
Ширина, м	4,77	2,49
Скорость передвижения, км/ч	0,6	3,4
Диаметр бурения, мм	216	150
Экипаж, чел.	2	1
Угол преодолеваемого подъема, град	12	20

Данные табл. 1 позволяют оценить преимущества нового оборудования при ведении буровзрывных работ. Сокращение передислокации оборудования с нескольких дней до нескольких часов, существенное уменьшение трудозатрат на буровые работы в сочетании с высокой скоростью бурения (до 0,8 м/мин) сделали возможным значительно повысить эффективность и снизить стоимость подготовки горной массы. Так, если для подготовки 1 млн. м³ горной массы на Малинском камнедробильном заводе ранее использовалось 4 станка (2СБШ-200 – 2 шт., СБШ-320 – 1 шт., СБШ-250 – 1 шт.), то сейчас с этим объемом работ справляются 2 станка Atlas-Corpo ROC-L6H. Применение меньших диаметров скважин (146 – 149 мм, а до этого 216 – 250 мм) дало возможность более равномерно рассредоточить заряд в массиве, что привело к повышению качества и равномерности дробления горной массы при одновременном уменьшении удельного расхода ВВ от 1,1 – 1,3 кг/м³ до 0,8 – 0,9.

На протяжении года при проведении практически каждого массового взрыва изменялись параметры сетки скважин, а также величины перебура и их забойки. После производства массовых взрывов проводился анализ качества дробления горной массы – интенсивности и равномерности дробления горных пород, в том числе и выхода отсева, а также производительности выемочно-погрузочного и дробильного оборудования.

Таким образом, непосредственно в карьерах экспериментальным путем был осуществлен подбор оптимальных параметров взрывных работ с учетом конкретных условий взрывания. В зависимости от разрабатываемого горизонта, конкретных горно-геологических условий и схем взрывания сетка скважин при диаметре 146 – 149 мм установилась в пределах от 4,5×4,5 до 5,0×5,0 м, перебур скважин – 1,5 – 1,8 м. Внедрение новых параметров с переходом на скважины малого диаметра, наряду с очевидным экономическим эффектом, обеспечило уменьшение расхода бурения на заданный объем взорванной горной массы в среднем на 30 %. Значительно повысился уровень ресурсосбережения, а именно – рост полезной продукции с добываемого объема полезных ископаемых. В силу того, что сетка скважин (в пределах от 3,8×3,8 до 4,0×4,0 м) была увеличена в среднем на 30 %, было достигнуто уменьшение объема отсева на этапе взрывного разрушения пород в пределах 30 %. Некоторое увеличение при этом выхода негабарита (до 5 – 6 %), кроме незначительного повышения затрат на его ликвидацию, имело положительный эффект. Дело в том, что горная масса, полученная в результате механического дробления негабаритных кусков (вследствие использования бутобоев), почти не содержала переизмельченных фракций. И в результате снизились потери полезных ископаемых.

На протяжении многих лет для инициирования взрывания шашек-детонаторов и патронов-боевиков в скважинных и шпуровых зарядах промышленных ВВ для проведения взрывных работ на горнодобывающих предприятиях используются такие традиционные инициирующие изделия, как детонирующие шнуры (ДШ) и электродетонаторы. Однако, в связи с ужесточением требований к обеспечению безопасного выполнения взрывных работ, внедрением новых технологий взрывных работ с использованием бесшотковых ВВ, водосодержащих эмульсионных ВВ, проявились недостатки традиционных способов взрывания – высокая чувствительность к механическим и электростатическим воздействиям, снижение энергоотдачи от взрываемого ВВ вследствие его переуплотнения и выжигания, высокие сейсмические явления, вибрации поверхности при взрывах и др.

Для управления действием массового взрыва необходимо обеспечивать не только заданный порядок инициирования зарядов, но и выдерживать заданные интервалы замедлений. Интервал замедления используемых вместе с ДШ реле замедления типа КЗДШ и РП значительно отличается от номинального из-за несовершенства их конструкции [8].

Избежать этих негативных эффектов позволяют низкоэнергетические неэлектрические системы инициирования (НСИ), применяемые в последнее время при проведении практически всех взрывов на карьерах Украины. НСИ “Нонель”, “Примадет”, “Прима-Эра”, “Импульс” и др. (табл. 2) просты в обращении; обеспечивают безотказное взрывание в любых горно-геологических условиях; позволяют осуществлять короткозамедленное взрывание с широким диапазоном временных замедлений, выдерживая при этом точность заданных интервалов; эффективно снижают сейсмическое и воздушно-ударное действие взрыва; способствуют улучшению качества проработки взрывом горного массива, снижению удельного расхода ВВ, увеличению возможностей управления формой развала горной массы, сокращению выбросов в атмосферу пыли и ядовитых продуктов взрывов и одновременно улучшают результаты взрывных работ; в отличие от электрических систем инициирования не подвержены воздействию блуждающих токов, обусловлены более высокой надежностью, безопасностью и перспективами по совершенствованию управления энергией взрыва.

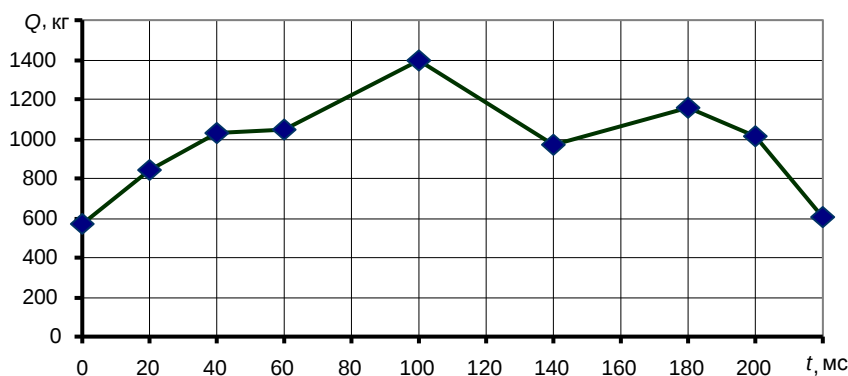
Таблица 2

Характеристика систем инициирования

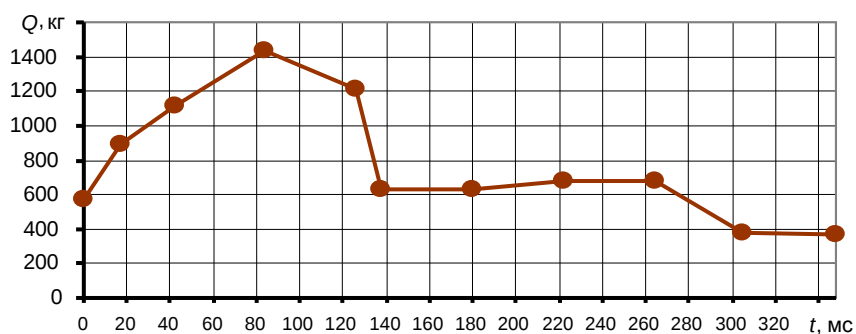
Параметр	НСИ ("Нонель" (1), "Примадет" (2), "Прима-Эра" (3), "Импульс" (4))	ДШ и реле пиротехническое
Диапазон замедлений, мс: внутрискважинных	0;17;25;42;67 (1) 0;17;25;33;42;62 (2) 0;17;25;42;67;109 (3) 0;15;25;40;67;105;150;200 (4)	20;35;50;100
поверхностных	От 400 до 500 – 5 серий (1) От 25 до 600 – 15 серий (2) От 400 до 500 – 4 серии (3) От 100 до 500 – 9 серий (4)	
Масса детонирующего состава в волноводе, мг/м	18 (1); 16 (2); 20 (3); 20 (4)	–
Сейсмическая нагрузка на массив, баллы	0,5-1,5	2,7-3,8
Время монтажа 100 скважин, мин.	≈ 30-40	90-120
Потери энергии в скважине, %	0	12-25

На рис. 3 приведены графики взрывов разных систем инициирования (НСИ “Нонель” (а) и КЗДШ (б)), проведенных с одинаковыми общей массой ВВ (8500 кг) и массой ВВ в максимальной группе (1400 кг), но с различными интервалами замедления зарядов t . Получены на приведенных расстояниях 60 м/кг^{1/3} значения скоростей колебаний частиц грунта – 0,4 см/с (для рис. 3, а) и 0,31 см/с (для рис. 3, б). Вследствие использования НСИ “Нонель” сокращается количество ВВ, взрывающегося на ступень замедления, и увеличивается общая длительность взрыва, что изменяет его результирующий сейсмоэффект. Сейсмическое действие взрыва при использовании НСИ снизилось практически на 30 % в сравнении со случаем использования ДШ.

Наряду с отмеченными достоинствами НСИ необходимо отметить, что работа с ними требует постоянного совершенствования профессионального уровня взрывного персонала на всех этапах взрывных работ (проектирования, заряжания, взрывания). К примеру, невнимательность или неаккуратность обращения с элементами системы при монтаже поверхностной взрывной сети, равно как и ошибки, допущенные при ее проектировании, неизбежно ведут к остановке прохождения инициирующего импульса по поверхностной сети.



а



б

Рис. 3 – Взрыв массы ВВ, инициируемой мгновенно в каждом интервале замедления для разных систем инициирования: а – КЗДШ; б – “Нонель”

Таким образом, от качественного ведения взрывных работ зависит эффективность последующих технологических процессов, а качество самих работ во многом определяется средствами и методами взрывания. Развитие технологий ведения взрывных работ в Украине обусловило переход на эмульсионные ВВ и использование НСИ. Основная часть используемых ВВ и средств взрывания является продукцией отечественного производства, при этом большая часть ВВ местного приготовления. Совершенствование существующих и создание новых средств и методов взрывания позволят снизить затраты на проведение взрывных работ, а также последующих процессов добычи и переработки за счет улучшения качества взрыва.

Литература

1. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах / В.Н. Мосинец. – М.: Недра, 1976. – 271 с.
2. Бойко В.В. Вопросы аппаратного контроля и сейсмобезопасности взрывных работ / В.В. Бойко, А.А. Кузьменко, В.А. Лемешко // Информационный бюллетень украинского союза инженеров-взрывников. – 2011. – № 3. – С. 13–20.
3. Бойко В.В. Проблеми сейсмічної безпеки вибухової справи у кар'єрах України: монографія / В.В. Бойко. – Киев: ТОВ “Видавництво Сталь”, 2012. – 184 с.
4. Вовк А.А. Параметры поверхностных сейсмических волн при массовых взрывах / А.А. Вовк, Л.Н. Леванкова // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія “Гірництво”: Зб. наук. прац. – 2006. – № 13. – С. 23 – 33.
5. Соболев В.В. Технология и безопасность ведения взрывных работ (краткий курс лекций): учебник / В.В. Соболев. – Д.: Национальный горный университет, 2008. – 164 с.
6. Павліченко О.Ф. Застосування вибухових речовин нового покоління, їхня токсичність та екобезпека / О.Ф. Павліченко // Український журнал з проблем медицини праці. – 2012. – № 3(31). – С. 66–76.
7. Сучасні вибухові роботи. Практичні поради фахівців компанії “Юнігран” / И.В. Наумец и др. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.unigran.ua/ru> (дата обращения: 21.01.2014).
8. Бибик И.П. Опыт применения неэлектрических систем инициирования зарядов ВВ / И.П. Бибик // ГИАБ. – 2005. – № 4. – С. 231–234.