

УДК 622.235.523: 043.3

ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ УДЕЛЬНОЙ ЭНЕРГИЕЙ ВЗРЫВА**Ю. Н. Чебенко**Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: bgd@kdu.edu.ua

Проведены промышленные испытания скважинных зарядов взрывчатых веществ различной конструкции с изменяющейся удельной энергией взрыва для подтверждения возможности снижения выхода переизмельченных фракций при добыче нерудных полезных ископаемых открытым способом. Экспериментально подтверждено, что увеличение площади контакта взрывчатых веществ со стенками зарядной полости приводит к возрастанию доли пылевидных фракций (0–100 мкм) в разрушенной взрывом среде: при увеличении площади контакта в 3,4 раза содержание пылевидных фракций возрастает в 1,5 раза. При использовании скважинных зарядов с изменяющейся энергией по их высоте (заряды ступенчатой формы), у которых площадь непосредственного контакта взрывчатых веществ со стенками скважин составляет 28–30 %, в то время как при сплошной конструкции заряда это показатель составляет 70 %, объем пылевидных частиц уменьшается в 1,6 раза, что подтверждает результаты лабораторных исследований.

Ключевые слова: взрывчатые вещества, скважинные заряды, пылевидные фракции, удельная энергия взрыва.

ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СВЕРДЛОВИНИХ ЗАРЯДІВ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ЗІ ЗМІННОЮ ПИТОМОЮ ЕНЕРГІЄЮ ВИБУХУ**Ю. М. Чебенко**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: bgd@kdu.edu.ua

Проведені промислові випробування свердловинних зарядів вибухових речовин різної конструкції зі змінною питомою енергією вибуху для підтвердження можливості зниження виходу переизмельчених фракцій при видобутку нерудних корисних копалин відкритим способом. Експериментально підтверджено, що збільшення площі контакту вибухових речовин зі стінками зарядної порожнини призводить до зростання частки пиловидних фракцій (0–100 мкм) у зруйнованому вибухом середовищі: при збільшенні площі контакту в 3,4 рази вміст пиловидних фракцій зростає в 1,5 рази. При застосуванні свердловинних зарядів зі змінною енергією по їх висоті (заряди ступінчастої форми), в яких площа безпосереднього контакту вибухових речовин зі стінками свердловин складає 28–30 %, у той час як при суцільній конструкції заряду цей показник складає 70 %, об'єм пиловидних частинок зменшується в 1,6 рази, що підтверджено результатами лабораторних досліджень.

Ключові слова: вибухові речовини, свердловинні заряди, пиловидні фракції, питома енергія вибуху.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Специфика горно-геологических условий залегания и разработки пород обуславливает разнообразие параметров буровзрывных работ, которые должны быть выбраны таким образом, чтобы обеспечить:

необходимую интенсивность и равномерность дробления горных пород;

создание определенной формы и размеров развала взорванной горной массы, соответствующего применяемому горнотранспортному оборудованию;

создание достаточного объема горной массы для бесперебойной и высокопроизводительной работы выемочно-погрузочных средств;

экономичность, технологическую и экологическую безопасность работ.

По данным [1] в 2009 г. добыча и переработка нерудных строительных материалов в Украине осуществлялась на 518 карьерах. Такое большое количество предприятий обусловлено, прежде всего, наличием карьеров нерудных строительных материалов с малой производительностью. Вполне вероятно, что на таких предприятиях возникают объективные сложности по выбору современного оборудования и использованию новейших средств и технологий производства взрывных работ. Последний предъявляет к ним, с учетом технологических особенностей конечной продукции, повышенные требования.

При оптимальной взаимосвязи основных характеристик массива (крепость пород, их трещиноватость и обводненность) и параметров взрывных работ (диаметр скважинного заряда и его конструкция, удельный расход и тип применяемого взрывчатого вещества и др.) обеспечивается оптимальное дробление пород и минимальные потери полезного ископаемого, которые на нерудных карьерах колеблются в пределах 10–40 %.

Как отмечается в работе [2], «при неизменном удельном расходе взрывчатых веществ (ВВ) и постоянных параметрах расположения заряда качество дробления не остается постоянным, а ухудшается с увеличением диаметра». Ухудшение степени дробления с увеличением диаметра заряда при постоянной массе ВВ в скважине связано, с одной стороны, с уменьшением площади контакта ВВ с породой, а с другой – с ухудшением запыряния устья скважины забойкой.

Этим, по-видимому, можно объяснить факт распространения на гранитных карьерах по добыче трудновзрываемых пород с крупноблочной структурой метода отбойки пород с применением скважин малых диаметров.

В частности, при техническом перевооружении предприятий компании «Юнигран» была осуществлена полная замена буровых станков типа 2СБШ–200 и СБШ–250 МН на бурение скважин диаметром

150 мм импортными буровыми станками типа Atlas Copco ROC-L6H [3].

Основной объем по оптимизации параметров буровзрывных работ был выполнен на карьерах Малинского камнедробильного завода и Пенизевичевского щебзавода. Массив горных пород на этих карьерах разбит системой трещин с расстоянием между трещинами от 0,3 до 2,5 м. Крепость пород $f = 11-18$ баллов по шкале проф. М.М. Протодяконова. Уровень обводненности скважин возрастает с глубиной от 40–60 до 90–95 %.

Переход на использование скважин малого диаметра в данном случае обеспечил качественное дробление горных пород, когда выход негабаритных фракций составил не более 1,5–3,0 %. При этом, однако, было отмечено некоторое увеличение объема переизмельченной горной массы. Решение проблемы переизмельчения было найдено в результате оптимизации (расширению на 30 %) параметров сетки скважин.

Таким образом, изменение диаметра скважинных зарядов (площади контакта заряда ВВ со стенками взрывной полости) является одним из способов регулирования степени дробления горных пород.

Цель работы – экспериментальное испытание в полигонных условиях конструкций скважинных зарядов взрывчатых веществ с изменяющейся удельной энергией взрыва для уменьшения выхода переизмельченных фракций.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. В продолжение работ [4, 5] промышленные испытания эффективности средств и технологических приемов регулирования удельной энергии взрыва при разрушении нерудных полезных ископаемых за счет изменения непосредственного контакта скважинных зарядов эмульсионных взрывчатых веществ типа Анемикс с породой были осуществлены в условиях карьеров Крюковского и Редутского карьероуправлений Государственного предприятия «Управление промышленных предприятий

Государственной администрации железнодорожного транспорта Украины» Рыжевского гранкарьера (ОАО «Рыжевский гранитный карьер»).

Крюковское месторождение представлено серыми и розовато-серыми гранитами, основная масса которых представлена породами с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова $f = 10-12$ баллов. Объемный вес в твердом теле – 2,38–2,64 т/м³. Всего на карьере подготовлено семь добычных горизонтов. На карьере добычные работы ведутся на трех горизонтах (1, 2 и 3). Высота уступа в основном составляет 12,0 м. Фактическая ширина рабочих площадок колеблется от 25 до 70 м. Глубина карьера – 40 м. Для бурения скважин используют шарошечные буровые станки СБШ–250 МНА. Диаметр скважин при этом составляет 250 мм. Параметры сетки скважин, с учетом крепости пород и высоты уступа, при взрывной отбойке горных пород составляют: расстояние между скважинами в ряду и между рядами скважин – 6,5 м, величина перебура скважин – 2,0 м.

В 2012 г. на Крюковском гранитном карьере было взорвано 588 скважин и отбито 277, 77 тыс. м³ горной массы. При этом было использовано 254,79 тонн взрывчатого вещества (Анемикс). Средний удельный расход ВВ составил 0,93 кг/м³. Достаточно высокая крепость разрабатываемых пород и возрастающая их обводненность предопределили переход предприятия на использование высокобризантных эмульсионных взрывчатых веществ.

При этом более остро обозначились проблемы переизмельчения горных пород. Как следствие, возникла необходимость разработки способов снижающих величину удельной энергии взрыва, передаваемой массиву горных пород. Первый экспериментальный взрыв с использованием скважинных зарядов ступенчатой формы в промышленных условиях был осуществлен на гранитном карьере Крюковского карьероуправления (рис. 1, 2).



Рисунок 1 – Подготовка к проведению массового взрыва

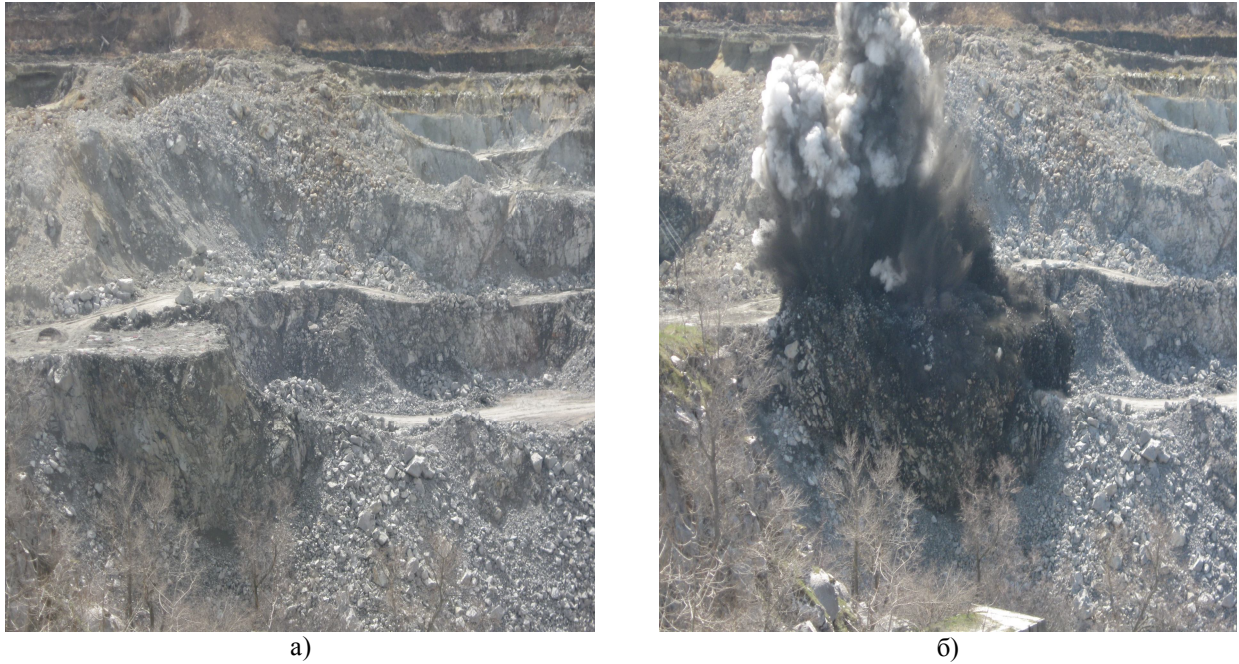


Рисунок 2 – Проведение массового взрыва на Крюковском карьере: а – взрываемый уступ; б – массовый взрыв

Общее количество скважин на взрываемом блоке – 26, в том числе экспериментальных – 10 (табл. 1). При этом экспериментальные и контрольные скважины заряжали Анемиксом в полипропиленовые

рукава. Диаметр нижней части скважинного заряда длиной 4,0 м оставался стандартным (190 мм), а верхней части был уменьшен на 2,0 см (рис. 3,а,б).

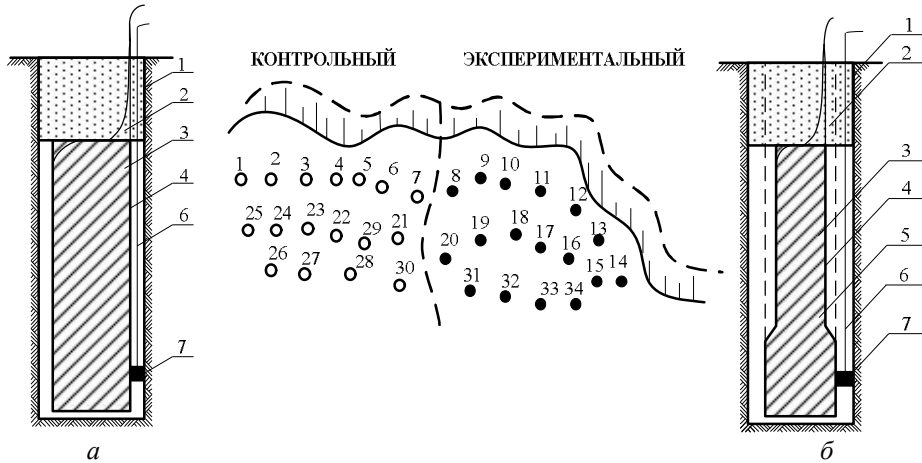


Рисунок 3 – Конструкция скважинного заряда ВВ на контрольном (а) и экспериментальном (б) участках: 1 – скважина; 2 – забойка; 3 – заряд ВВ; 4 – полиэтиленовый рукав; 5 – заряд ВВ в перебуре; 6 – ДШ; 7 – промежуточный детонатор

Таблица 1 – Основные показатели массовых экспериментальных взрывов на гранитных карьерах*

| Место взрыва, горизонт* | Участок | Высота уступа, м | Глубина скважины, м | Сетка скважины, $a \times b$, м | Столб воды в скваж., м | Кол-во скваж., шт. | Расход ВВ на одну скваж., кг | Удельный расход, % |
|---|---------|------------------|---------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| Крюковское карьероуправление, 3 горизонт, +32 м | Контр. | 12 | 14 | 6,5×6,5 | 0,5–2,5 | 16 | 525 | 0,97 |
| | Экспер. | | | | | 10 | 500 | 0,92 |
| Крюковское карьероуправление, 3 горизонт, +32 м | Контр. | | | | 3,0–7,0 | 19 | 480 | 0,95 |
| | Экспер. | | | | | 17 | 465 | 0,92 |

| | | | | | | | | |
|---|---------|----|----|---------|----------|----|-----|------|
| Крюковское карьероуправление, 3 горизонт, +32 м | Контр. | | | | 1,0–4,0 | 19 | 520 | 0,96 |
| | Экспер. | | | | | 12 | 490 | 0,90 |
| Рыжевский гранитный карьер, 2 горизонт +17 м | Контр. | 10 | 12 | 6,0×6,0 | 2,0–4,5 | 86 | 430 | 0,86 |
| | Экспер. | | | | | 16 | 400 | 0,80 |
| Крюковское карьероуправление, 3 горизонт, +32 м | Контр. | 16 | 18 | 6,0×6,0 | 6,0–10,0 | 13 | 640 | 0,87 |
| | Экспер. | | | | | 8 | 595 | 0,81 |
| Редутское карьероуправление, 6 горизонт, –23 м | Контр. | 10 | 12 | 7,2×6,2 | 0,5–1,5 | 18 | 430 | 0,90 |
| | Экспер. | | | | | 12 | 380 | 0,80 |

*Кoeffициент крепости пород на Рыжевском гранитном карьере $f=10-12$, на остальных $-f=9-1$

При постоянной высоте колонки заряда и уменьшении площади непосредственного контакта ВВ со стенками скважин достигнуто высокое качество дробления пород (рис. 4, табл. 2). На эксперименталь-



Рисунок 4 – Общий вид развала взорванной горной массы

ном участке при замере гранулометрического состава взорванной горной массы методом косоугольной фотопланиметрии (рис. 5), было отмечено снижение объёма мелких фракций 0–200 мм на 8,5 % (рис. 6).



Рисунок 5 – Замер гранулометрического состава взорванной горной массы

Таблица 2 – Результаты дробления горных пород при проведении экспериментальных взрывов

| Место взрыва, горизонт | Участок | Содержание фракций (мм) в горной массе, % | | | | |
|---|---------|---|---------|---------|----------|------------|
| | | 0–200 | 201–400 | 401–600 | 601–1000 | свыше 1000 |
| Крюковское карьероуправление, 3 горизонт, +32 м | Контр. | 56,5 | 14,2 | 9,6 | 16,9 | 2,8 |
| | Экспер. | 51,7 | 16,4 | 17,2 | 12,7 | 2,0 |
| Крюковское карьероуправление, 3 горизонт, +32 м | Контр. | 54,3 | 15,0 | 7,9 | 19,4 | 3,4 |
| | Экспер. | 49,8 | 18,6 | 14,6 | 14,1 | 2,9 |
| Крюковское карьероуправление, 3 горизонт, +32 м | Контр. | 57,2 | 11,7 | 13,7 | 14,7 | 2,7 |
| | Экспер. | 52,4 | 19,3 | 16,8 | 9,7 | 1,8 |
| Рыжевский гранитный карьер, 2 горизонт +17 м | Контр. | 49,2 | 17,5 | 13,3 | 15,8 | 4,2 |
| | Экспер. | 46,8 | 21,1 | 15,8 | 13,4 | 2,9 |
| Крюковское карьероуправление, 3 горизонт, +32 м | Контр. | 50,6 | 15,8 | 11,1 | 19,8 | 2,7 |
| | Экспер. | 45,1 | 20,2 | 16,9 | 16,7 | 1,1 |
| Редутское карьероуправление, 6 горизонт, –23 м | Контр. | 44,9 | 19,7 | 9,6 | 21,9 | 3,9 |
| | Экспер. | 40,2 | 26,8 | 13,6 | 16,4 | 3,0 |

Аналогичный взрыв скважинных зарядов ступенчатой формы на карьере Крюковского карьероуправления был произведен на горизонте +32 м.

Всего было взорвано 36 скважин, в том числе экспериментальных – 17 скважин (табл. 1).

За счет уменьшения диаметра рукава на каждой

скважині було економлено около 15 кг. Наличие воды в скважинах (от 3,0 до 7,0 м) не сказалось на качестве дробления пород на обоих участках (табл. 2). При этом на экспериментальном участке выход

мелких фракций уменьшился на 4,5 %. В целом при проведении двух опытных взрывов скважинных зарядов ступенчатой формы (27 скважин) было эконолено 505 кг Анемикса.

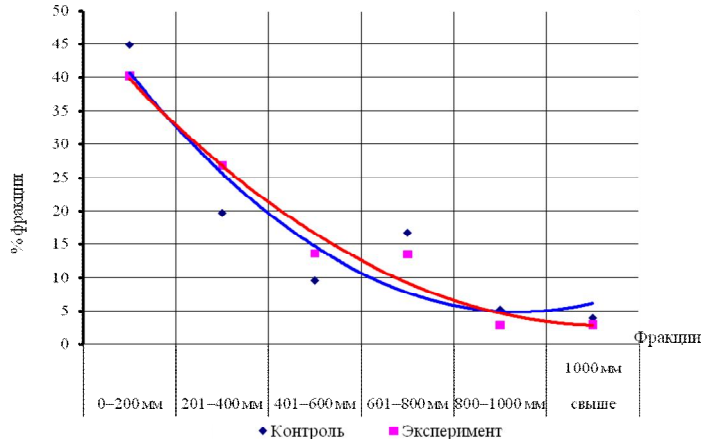


Рисунок 6 – Распределение фракций дробления пород при проведении экспериментальных взрывов

Одним из способов уменьшения площади контакта ВВ с разрушаемой горной породой (уменьшения удельной энергии взрыва), как известно, является

способ уменьшения поперечного сечения (диаметра) скважины по высоте уступа (рис. 7,а,б).

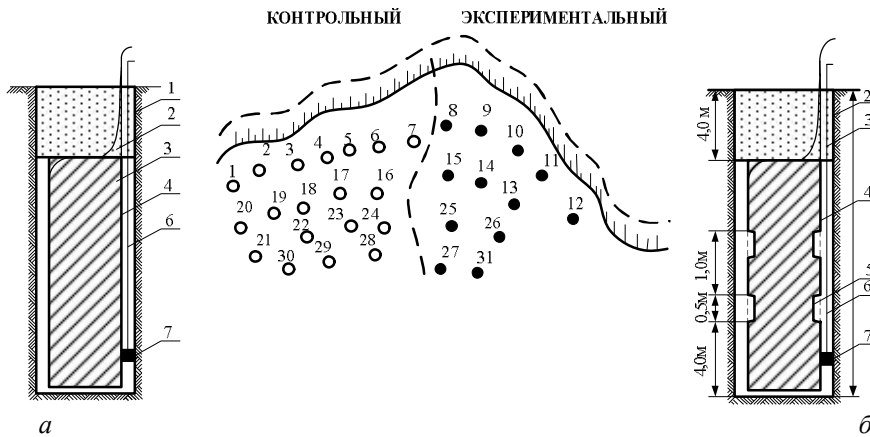


Рисунок 7 – Конструкции скважинных зарядов ВВ сплошного и переменного сечения (с двумя зауужениями) по высоте уступа на контрольном (а) и экспериментальном (б) участках: 1 – полиэтиленовый рукав; 2 – скважина; 3 – забойка; 4 – заряд ВВ; 5 – заууженный участок скважинного заряда; 6 – ДШ; 7 – промежуточный детонатор

При проведении опытного промышленного взрыва (табл. 1) экспериментальные заряды в скважинах формировали в рукавах с двумя зауужениями по высоте уступа (рис. 7,а). Длина заууженной части рукава с ВВ принята 0,5 м, а диаметр – 182 мм. При глубине скважин 14,0 м уровень воды в них колебался от 1,0 до 4,0 м. Всего было взорвано 31 скважину, в том числе экспериментальных – 12. При экономии на каждой экспериментальной скважине до 30 кг ВВ качество дробления пород на экспериментальном и контрольном участках оказалось достаточно высоким. При этом на экспериментальном участке за счет уменьшения площади контакта ВВ со стенками скважин выход мелких фракций (0–200 мм) сократился на 8,4 % (табл. 2). При производстве опытного массового взрыва от 25.07.2011 г. при высоте уступа 16,0 м глубина скважины составила 18,0 м, что позволило увеличить число заууженных участ-

ков скважинного заряда. Дальнейшее уменьшение площади контакта ВВ со стенками скважин, достигнутое в результате формирования скважинного заряда из трех зауужений рукава по высоте уступа (рис. 7,б) обеспечило значительное сокращение выхода мелких (0–200 мм) фракций (табл. 2).

Выход мелких фракций на экспериментальном участке, по сравнению с контрольным, уменьшился на 10,8 %. Всего было взорвано 21 скважину, в том числе экспериментальных – восемь скважин. На каждой скважине было эконолено до 45 кг Анемикса. Таким образом, экономия ВВ при производстве двух экспериментальных взрывов скважинных зарядов переменного сечения по высоте уступа в условиях Крюковского карьера составила 720 кг.

В целом при проведении четырех экспериментальных взрывов в условиях Крюковского карьера эконолено 1225 кг Анемикса (5,5–6,1 тыс. грн.).

Открытое акционерное общество «Рыжевский гранитный карьер» разрабатывает участки *Редутского месторождения гранитов*. В геологическом строении месторождения принимают участие кристаллические породы докембрия (гранита). Средняя мощность полезного ископаемого – 40,3 м и изменяется от 20,6 до 50,7 м. К полезному ископаемому отнесены свежие или слабо затронутые выветриванием граниты, мигматизированные граниты, гнейсы, залегающие в виде небольших ксенолитов среди основной массы гранита. Разрабатываемые породы относятся к крепким (коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М. Протодяконова $f = 16-18$ баллов), объёмный вес которых 2,66–2,73 г/см³. Добыча гранитов производилась на добычных уступах +54 м и +32 м. Высота уступа в пределах 10–12 м. Бурение скважин осуществлялось шарошечными буровыми станками СБШ–250. Основной тип ВВ – эмульсионное ВВ Анемикс. На Рыжевском карьере было пробурено 467 скважин, израсходовано 190,2 тонны ВВ и отбито 206,8 тыс. м³ горной массы. Массовый взрыв с экспериментальными скважинами в условиях Рыжевского гранитного карьера был проведен на 102 скважинах, в том числе экспериментальных – 16 (табл. 1).

Экспериментом было предусмотрено исследовать влияние площади контакта ВВ на выход мелких фракций. Формирование экспериментальных скважинных зарядов осуществлялось в рукавах, в которых создавали два зауженных участка. Их параметры были идентичными зарядам, приведенным на рис. 7,а. Масса заряда в экспериментальных скважинах благодаря наличию зауженных участков была на 30 кг меньше, чем в контрольных скважинах. Всего на 16 экспериментальных скважинах было

экономлено 480 кг Анемикса. Как показали замеры гранулометрического состава взорванной горной массы на контрольных и экспериментальных участках, качество дробления пород на экспериментальных участках оказалось выше (табл. 2).

Редутское карьероуправление. В геологическом строении месторождения принимают участие докембрийские кристаллические породы и кайнозойские отложения. Кристаллические породы представлены гранитами и гранодиоритами.

Граниты – серые и темно-серые, мелкозернистые и среднезернистые, состоящие из кварца (20–40 %), плагиоклаза, биотита (10–24 %), мусковита и реже – роговой обманки. Граниты расположены преимущественно в верхней части карьера. Гранит Редутского карьера разбит трещинами на глыбы различной величины. Гранодиориты являются наиболее распространенной кристаллической породой месторождения. Средняя мощность вскрышных пород (четвертичные суглинки и пески) составляет 20 м. Временное сопротивление сжатию полезной толщи пород в среднем составляет 1175 кг/см² (коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова $f = 10-11$ баллов), объёмный вес в плотном теле – 2,7 т/м³. Средняя высота уступа – 10 м, перебур скважин – 2 м (табл. 1). В 2010 г. на карьере было взорвано 374,5 т ВВ и отбито 438,6 тыс. м³ горной массы.

Экспериментальный промышленный взрыв был произведен на горизонте – 23 м. Общее количество скважин – 30, в том числе экспериментальных – 12. Испытывалась эффективность конструкции скважинного заряда ВВ, в которой использовали вариант переменного сечения заряда по высоте уступа с тремя зауженными участками (рис. 8).

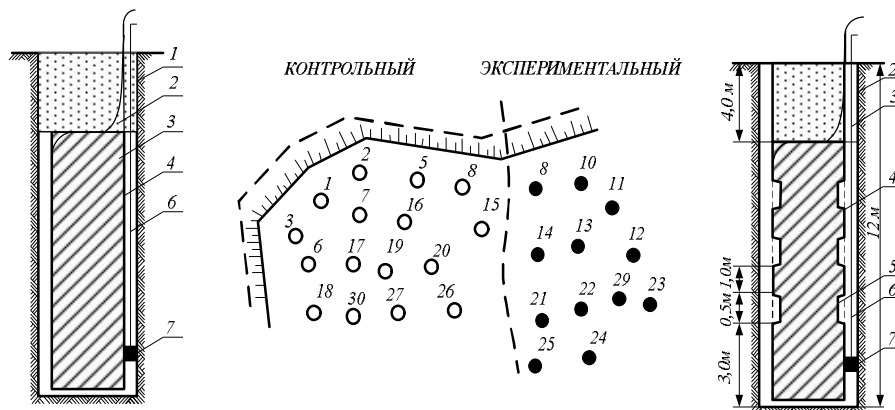


Рисунок 8 – Конструкции скважинных зарядов ВВ сплошного и переменного сечения (с тремя заужениями) по высоте уступа на контрольном (а) и экспериментальном (б) участках: 1 – полиэтиленовый рукав; 2 – скважина; 3 – забойка; 4 – ВВ; 5 – зауженный участок заряда; 6 – ДШ; 7 – ПД

Результаты исследования гранулометрического состава взорванной горной массы подтвердили (табл. 2) эффективность зарядов, конструкция которых обеспечивала уменьшение площади контакта ВВ со стенками взрывной полости. Выход мелких фракций (0–200 мм) на экспериментальном участке оказался на 10,5 % ниже, чем на контрольном. При этом на каждой экспериментальной скважине было экономлено от 40 до 50 кг ВВ типа Анемикс. Общая

экономия ВВ составила 540 кг.

Таким образом, результаты проведенных шести экспериментальных взрывов на гранитных карьерах подтвердили эффективность предложенных конструкций скважинных зарядов ВВ, предусматривающих уменьшение площади непосредственного контакта ВВ с разрушаемой породой. Выход мелких фракций (0–200 мм) на экспериментальных участках уменьшился на 8,0–10,0 %, а экономия ВВ при

взрыве 75 экспериментальных скважин составила 2,2 тонны Анемикса, что в денежном выражении составляет порядка 10,0–11,0 тыс. грн.

ВИВОДИ.

1. Специфика горногеологических условий залегания и технологических требований к конечной продукции при разработке нерудных полезных ископаемых открытым способом обуславливает разнообразие способов и параметров буровзрывных работ, которые должны обеспечить: необходимую интенсивность дробления пород, предусматривающую минимальный выход объема мелких (переизмельченных) и негабаритных фракций; рациональный расход (величину удельной энергии взрыва на контакте ВВ и породы) и типы взрывчатых веществ, с учетом уровня обводненности горных массивов; экономичность, технологическую и экологическую безопасность взрывных работ.

2. Регулирование удельной энергии взрыва на контакте «заряд ВВ–порода» осуществляется за счет внедрения технологии формирования скважинных зарядов ВВ в полипропиленовые или полиэтиленовые рукава переменного диаметра по высоте уступа (ступенчатой формы и заужениями по длине).

3. Экспериментальные массовые взрывы в промышленных условиях скважинных зарядов с переменной удельной энергией взрыва по высоте уступа подтвердили их эффективность: достигнуто равномерное дробление пород, уменьшение выхода мелких фракций (0–200 мм) на 4,5–10,5 %, сокращение расхода ВВ на 4,0–7,0 % и потерь полезных ископаемых.

4. Всего в процессе промышленных испытаний предложенной технологии отбойки нерудных по-

лезных ископаемых было взорвано 75 скважин и отбито 24,4 тыс. м³ горной массы. При этом сэкономлено 2,24 тонны ВВ (Анемикс), а также сокращены потери полезных ископаемых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаренков Е.И. Состояние взрывного дела в Украине. Государственный надзор в сфере обращения со взрывчатыми материалами промышленного назначения // Информ. бюл. Украинского союза инженеров-взрывников (УСИВ). – 2010. – № 4. – С. 4–8.

2. Совершенствование технологии разработки гранитных карьеров / Ф.И. Кучерявый, Р.С. Крысин, Ю.П. Бурков. – К.: Техника, 1966. – 267 с.

3. Оптимизация буровзрывных работ при добыче скальных строительных материалов / И.В. Наумец, С.В. Дыняк, И.В. Махоня, А.С. Сторчак // Информационный бюллетень Украинского союза инженеров-взрывников (УСИВ). – 2010. – № 3. – С. 11–12.

4. Ефремов Э.И., Чебенко Ю.Н. Экспериментальные исследования влияния площади контакта взрывчатых веществ при разрушении гранита на granulометрический состав пылевидных фракций // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2011. – Вип. 3/2011(68), част. 1. – С. 118–121.

5. Ефремов Э.И., Никифорова В.А., Чебенко Ю.Н. Влияние диаметра скважины на площадь контакта взрывчатого вещества с разрушаемой породой и на выход мелких фракций // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва: науково-виробничий збірник. – Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 2/2012(10). – С. 9–15.

PRACTICAL SUBSTANTIATION OF EFFICIENCY OF THE BLAST-HOLE CHARGES WITH VARYING EXPLOSIVE ENERGY DENSITY

Yu. Chebenko

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
vul. Pershotravneva 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: bgd@kdu.edu.ua

The paper represents results of industrial tests of the blast-hole charges of the explosives differed in design and with varying explosive energy density. The full-scale tests were carried out to prove the possibility of decrease of overground fractional yield when surface mining operations of non-metallic mineral resources. It was confirmed experimentally that the more contact area between explosive and confining walls the higher ratio of dust fractions (0 – 100 mkm) in the broken ground: if the contact area is larger by 3.4 times, then dust fractions content is half as much. Using the blast-hole charges with varying energy height along (e.g. stepped-configuration charges), which have the contact area between explosives and confining walls of 28–30 % while the charge of continuous structure has this parameter about 70 %, results in flour particles are 1.6 times less, which was confirmed by the laboratory tests results.

Key words: explosives, blast-hole charge, dust fractions, explosive energy density.

REFERENCES

1. Zakharenkov, E.I. (2010), “State of blasting work in Ukraine. National control in the field of explosives industrial use”, *Inform. bulletin of Ukrainian Union of Explosives Engineers*, no. 4, pp. 4–8.

2. Kucheryavii, F.I., Krysin, R.S., Burkov, Yu.P. (1966), *Sovershenstvovanie tekhnologii razrobotki granitnykh karierov* [Enhancement of granite quarry development technology], Tekhnika, Kyiv, Ukraine.

3. Naumets, I.V., Dyniak, S.V., Makhonia, I.V., Storckhak, A.S. (2010), “Optimization of drilling and blasting operations at rock constructional materials workings”, *Inform. bulletin of Ukrainian Union of Explosives Engineers*, no. 3, pp. 11–12.

4. Efremov, E.I., Chebenko, Yu.N. (2011), “Experimental research of the grain-size composition of dust fractions depending on explosives contact area at granite shattering”, *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, no. 3 (68), part 1, pp. 118–121.

5. Efremov, E.I., Nykyforova V.A., Chebenko, Yu.N. (2012), “Influence of the blast-hole diameter on the contact area between explosives and the rock shattered, and on the yield of fine-grain fractions”, *Up-to-date resource- and energy-saving technologies in mining industry*, iss. 2(10), pp. 9–15, Kremenchuk, Ukraine.

Стаття надійшла 25.12.2013.

Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 6/2013 (83).