

УДК 622.235

ВЛИЯНИЕ ОБВОДНЕННОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД НА РАЗМЕРЫ ЗОН ИХ ПЕРЕИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ**Э. И. Ефремов**

Институт геотехнической механики имени Н.С. Полякова НАН Украины, г. Днепропетровск
ул. Симферопольская, 2а, 49005, г. Днепропетровск, Украина. E-mail: efremov1@ukr.net

В. Н. Чебенко

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, 39600, г. Кременчуг, Украина. E-mail: bgd@kdu.edu.ua

А. М. Ромашко

ГП „Управління промислових підприємств державної адміністрації залізничного транспорту України”,
Крюковское карьероуправление, г. Кременчуг
ул. Крупской, 65, 39621, г. Кременчуг, Украина. E-mail: karyerkrukov@rambler.ru

Приведены данные расчетов объёмов переизмельченных фракций, образующиеся при взрыве скважинных зарядов в зависимости от типа взрывчатых веществ и степени обводненности пород.

Ключевые слова: переизмельчение, взрывчатые вещества, скважинные заряды.

INFLUENCE OF GAP-FILLINGNESS BY WATER OF MOUNTAIN BREEDS ON SIZES OF AREAS OF THEIR TOO GROUND UP AT THE USE OF DIFFERENT TYPES OF EXPLOSIVES**E. I. Efremov**

Institute of geotechnical mechanics of the name of N.S. Polyakova of NAN of Ukraine, Dnepropetrovsk
ul. Simferopol'skaya, 2a, 49005, Dnepropetrovsk, Ukraine. E-mail: efremov1@ukr.net

V. N. Chebenko

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University
ul. Pervomajskaja, 20, 39600, Kremenchug, Ukraine. E-mail: bgd@kdu.edu.ua

A. M. Romashko

GP „Upravlinnya to the promislovikh pidpriemstv derzhavnoy administraciji zaliznichnoho transport of Ukraini”,
Kryukovskoe kar'eroуправление, Kremenchug
ul. Krupskoy, 65, 39621, Kremenchug, Ukraine. E-mail: karyerkrukov@rambler.ru

The calculated data about volumes of the small-sized fractions from blasthole charges taking into account types of explosives and rock water conditions are adduced.

Key words: afresh to grow, explosives, downhole charges.

ВПЛИВ ОБВОДНЕНОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД НА РОЗМІРИ ЗОН ЇХ ПЕРЕПОДРІБНЕННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РІЗНИХ ТИПІВ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН**Е. І. Єфремов**

Інститут геотехнічної механіки імені М.С. Полякова НАН України, м. Дніпропетровськ
вул. Симферопольська, 2а, 49005, м. Дніпропетровськ, Україна. E-mail: efremov1@ukr.net

В. М. Чебенко

Кременчугський національний університет імені Михайла Остроградського
ул. Первомайська, 20, 39600, г. Кременчуг, Україна. E-mail: bgd@kdu.edu.ua

А. М. Ромашко

ДП „Управління промислових підприємств державної адміністрації залізничного транспорту України”,
Крюківське кар'єроуправління, м. Кременчуг
вул. Крупської, 65, 39621, м. Кременчуг, Україна. E-mail: karyerkrukov@rambler.ru

Приведені дані розрахунків об'ємів переподрібнених фракцій, що утворюються під час вибуху свердловинних зарядів залежно від типу вибухових речовин і ступеня обводненості порід.

Ключевые слова: переизмельчение, взрывчатые вещества, скважинные заряды.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. При производстве взрывных работ на горнодобывающих предприятиях Украины свыше 90 % объёмов взрывчатых веществ используется на железорудных и нерудных карьерах.

Основная тенденция последних лет - практически полное прекращение применения гранулола и максимальное сокращение объёмов использования тротилосодержащих ВВ.

В частности, если в 2005 г. доля гранулола в целом по Украине составляла 1,25 %, в 2007 г. – 0,57 % [1], то уже в 2009 г. – всего 0,25 %.

Следует при этом отметить факт значительного сокращения объёмов применения граммонитов: в 2005 г. доля граммонитов в целом по Украине составляла около 70,0 %, а в 2009 г. доля их использования составила всего 7,0 %.

ВВ простейшого состава, представленные игданитом, гранулитами КС-1, Д-5, ПВС-1У и др., применяются в основном на карьерах нерудной промышленности. При этом в целом по Украине доля их использования при взрывной отбойке горных пород уменьшилась с 4,8 % в 2005 г. до 3,3 % в 2009 г.

Возможность увеличения объёмов использования ВВ простейшого состава связана, прежде всего, с решением проблемы физической стабильности этих ВВ, а также проблемы их использования при отбойке обводненных горных пород.

При существующей тенденции значительного сокращения объёмов использования на карьерах Украины тротилсодержащих ВВ и сохранения минимальных объёмов применения ВВ простейшого состава, компенсация растущей потребности во взрывчатых веществах осуществляется за счет производства и масштабного применения эмульсионных ВВ, которые в настоящее время на открытых горных работах в Украине представлены в основном «Украинитом», «Эмонитом», «Анемиксом» и «ЕРА», а их доля в 2009 г. в целом по Украине составила 72,0 %.

Разработка и внедрение на железорудных карьерах Украины эмульсионных ВВ – несомненный прогресс в решении проблемы разрушения крепких и обводненных горных пород, как с экономической, так и экологической точки зрения.

При этом возможность изменять в широких пределах энергетические и детонационные характеристики эмульсионных ВВ позволяет оптимизировать параметры и технологию взрывания зарядов с учетом разнообразия физико-механических характеристик взрывааемых горных пород. Как следствие, область применения эмульсионных ВВ была расширена за счет предприятий нерудной промышленности.

В последние годы эмульсионные ВВ активно внедряются на гранитных и флюсовых карьерах Украины. В 2009 г. их доля в общих объёмах ВВ, используемых при отбойке обводненных горных пород на нерудных карьерах Украины, составила более 35,0 %.

В каждом конкретном случае при добыче полезных ископаемых открытым способом выбор типа ВВ, помимо постоянных факторов (экономический показатель и экологическая надежность), определяется типом пород, их крепостью и обводненностью, а также технологическими требованиями к взорванной горной массе – по качеству дробления и степени измельчения. В частности, для карьеров нерудной промышленности при взрывном разрушении горных пород весьма актуальной является проблема их переизмельчения, и прежде всего, с позиции выхода некондиционных фракций (потерь полезных ископаемых).

В связи с этим целью работы является исследование влияния обводненности горных пород на раз-

меры зон их переизмельчения при использовании различных типов ВВ.

МАТЕРИАЛЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Как известно [2], ВВ простейшого состава типа игданит по сравнению с бризантными ВВ обеспечивают меньший скачок давления в течение существенно большего промежутка времени. Это снижает бризантное действие взрыва, проявляющегося в непосредственной близости от заряда, что ведет к уменьшению объёма переизмельчения породы на контакте ВВ с породой. Однако использование ВВ простейшого состава при отбойке обводненных горных пород весьма проблематично, и как правило, связано с необходимостью водоизоляции ВВ.

В большинстве случаев для отбойки обводненных горных пород до недавнего времени использовали граммониты 79/21 и 50/50, применяя различные технологии формирования скважинных зарядов ВВ.

Переход на использование эмульсионных ВВ при отбойке обводненных горных пород обусловлен целым рядом преимуществ этих ВВ. Прежде всего, они абсолютно водостойчивы, безопасны в обращении и экологически надежны. Эмульсионные ВВ дешевле граммонитов, применяемых при отбойке обводненных горных пород. В то же время, при их использовании на карьерах нерудной промышленности неизбежно переизмельчение пород в ближней зоне действия заряда ВВ.

Как известно, эмульсионные взрывчатые вещества отличаются высокой плотностью ($\rho_{ВВ} = 1100-1300 \text{ кг/м}^3$) и высокой скоростью детонации ($D = 4800-5000 \text{ м/с}$). Именно эти параметры в основном определяют размер зоны переизмельчения, а в конечном итоге, при разработке нерудных полезных ископаемых и их потери.

Необходимые для оценки выхода переизмельченных фракций расчеты радиусов зон переизмельчения r_u нами произведены с учетом свойств ВВ и разрушаемой породы [3,4]. Радиус зоны переизмельчения \bar{r}_u , отнесенный к радиусу зарядной полости r_o при взрывании горных пород может быть определен по формуле [5]:

$$\bar{r}_u = D \sqrt{\frac{r_{ВВ} K_{np}}{8S_{сж}}},$$

где D – скорость детонации ВВ, м/с; $\rho_{ВВ}$ – плотность ВВ, кг/м³;

K_{np} – коэффициент преломления ударной волны из зарядной полости в породу;

$S_{сж}$ – предел прочности пород на сжатие, МПа.

Расчетная величина радиуса переизмельчения породы в этом случае определяется из выражения:

$r_u = r_o \times \bar{r}_u$. Данные для расчета величины радиуса зоны переизмельчения в необводненных породах крепостью $f = 12$ баллов в зависимости от типа ВВ приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Как видно из данных табл. 1 и рис. 1, использование эмульсионных ВВ при отбойке необводненных горных пород крепостью $f = 12$ баллов по шкале проф. М.М. Протодяконова ведет к увеличению радиуса переизмельчения в 1,9 раза по сравнению с использованием граммонита 79/21 и в 2,6 раза по сравнению с использованием ВВ простейшего состава типа игданит. При взрывании обводненных

горных пород наличие водного промежутка между зарядом ВВ и стенкой скважины меняет механизм передачи энергии взрыва разрушаемому массиву пород. При этом ударная волна, возникающая при детонации ВВ, сначала воздействует на водный промежуток, в котором она теряет часть своей энергии на нагревание, испарение и вытеснение воды.

Таблица 1 – Влияние свойств ВВ скважинных зарядов на размеры зоны переизмельчения необводненных горных пород

Тип ВВ	Параметры ВВ		Расчетные параметры		
	$\rho_{ВВ}$, кг/м ³	D , м/с	K_{np}	\bar{r}_u	$r_{u, м}$
Украинит	1200	5000	0,91	5,3	0,66
Граммонит 79/21	900	3500	0,68	2,8	0,35
Игданит	900	2800	0,55	2,0	0,25

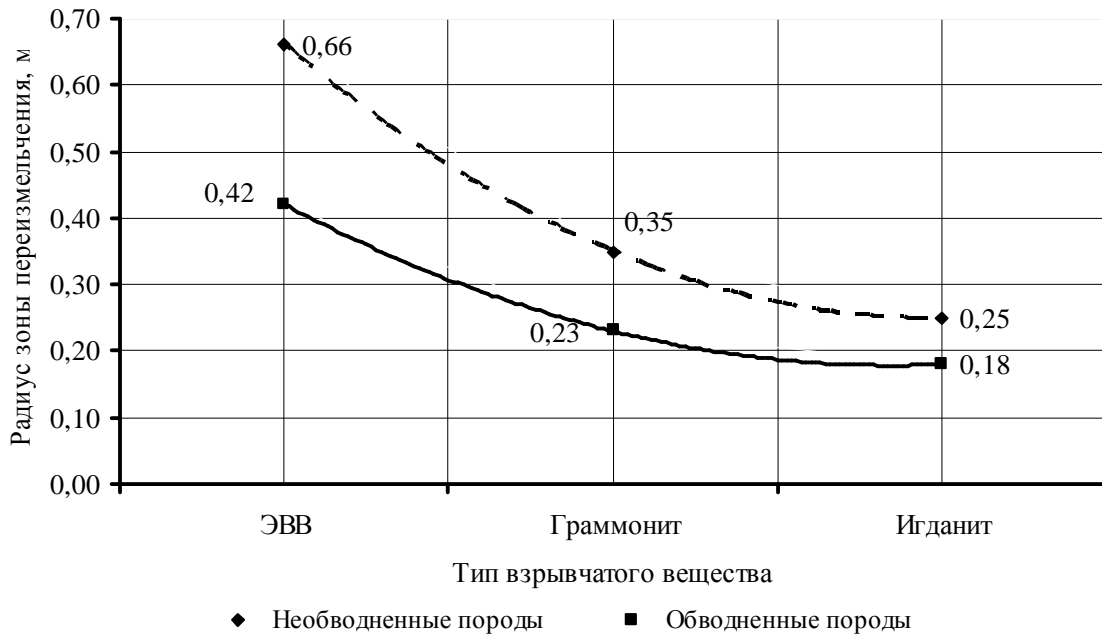


Рисунок 1 – Влияние типа ВВ на размер радиуса переизмельчения горных пород

Как следствие, давление на стенки зарядной полости в обводненной среде будет меньше, чем давление на контакте ВВ со стенками полости в сухой среде [6]. В итоге размеры зоны переизмельчения и выход мелких фракций при взрывном разрушении обводненных горных пород по расчетам будут меньше (табл. 2).

При этом, также как и в необводненных породах при использовании граммонита и игданита зоны переизмельчения уменьшаются, соответственно, в 1,8 и 2,3 раза по сравнению с вариантом взрывания «Украинита».

Таким образом, использование эмульсионных ВВ при отбойке сухих и обводненных горных пород приводит к увеличению размеров зоны их переиз-

мельчения и, как следствие, выхода некондиционных фракций.

Таблица 2 – Влияние свойств ВВ скважинных зарядов на размеры зоны переизмельчения обводненных горных пород

Тип ВВ	Параметры ВВ		Расчетные параметры		
	$\rho_{ВВ}$, кг/м ³	D , м/с	K_{np}	\bar{r}_u	$r_{u, м}$
Украинит	1200	5000	0,37	3,4	0,42
Граммонит 79/21	900	3500	0,31	1,89	0,23
Игданит	900	2800	0,29	1,46	0,18

ВЫВОДЫ. Активное использование эмульсионных ВВ на карьерах нерудной промышленности во многом зависит от разработки средств и методов, способствующих уменьшению объёма переизмельчения пород на контакте заряда ВВ с породой при производстве взрывных работ.

Эффективными методами уменьшения объёма переизмельченных фракций при взрывной отбойке обводненных горных пород на нерудных карьерах с использованием эмульсионных ВВ, с нашей точки зрения, являются: технология формирования скважинных зарядов в полиэтиленовых рукавах и создание водных зазоров между зарядом ВВ и стенкой скважины; снижение плотности эмульсионных ВВ; применение зарядов переменного диаметра по высоте уступа, а также скважинных зарядов, рассредоточенных инертными промежутками и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремов Э.И. Современные тенденции в использовании взрывчатых веществ на карьерах Украины // *Металлург. и горнорудн. пром-ть.* – 2007. – № 6. – С. 79–82.
2. Демидюк Г.П. Пути развития промышленных взрывчатых веществ // *Взрывное дело.* – № 49/6. – М.: Госгортехиздат, 1962. – С. 18–36.
3. Азаркович А.Е., Шуйфер М.И. Оценка относительной взрывной эффективности различных ВВ при разрушении массивов горных пород // *Физико-техн. пробл. разр. полезн. ископаемых.* – 1972. – № 2. – С. 47–51.
4. Пономарёв А.В. Разработка ресурсосберегающей технологии отбойки нерудных полезных ископаемых с использованием простейших взрывчатых веществ: автореф. дис. на соиск. степ. канд. техн. наук. – Днепропетровск, 2002. – 18 с.
5. Ефремов Э.И. Управление размерами зоны переизмельчения горных пород при их взрывном разрушении // *Вісник КТУ: зб. наук. праць.* – Вип. 18. – Кривий Ріг, 2007. – С. 36–39.
6. Ефремов Э.И., Никифорова В.А., Баранник В.В. О механизме взрывного разрушения обводненных твердых сред // *Сб. научн. труд. ИГТМ НАН Украины «Геотехн. механика».* – 2004. – № 50. – С. 47–52.

REFERENCES

1. Efremov E.I. the Modern tendencies in the is-use of explosives on the careers of Ukrainy // *Metallurg. and gornorudn. Prom.* – 2007. – № 6. – P. 79–82 [in Russian].
2. Demidyuk G.P. Ways of development of industrial explosives of // *Explosive business.* – № 49/6. – M.: Gosgortekhzdat, 1962. – P. 18–36 [in Russian].
3. Azarkovich A.E., Shuyfer M.I. Estimation of ot-no-sitel'noy of explosive efficiency of different VV at destruction of arrays of mountain breeds of // *Fiziko-tekhn. probl. razr. polezn. minerals.* – 1972. – № 2. – P. 47–51 [in Russian].
4. Ponomarev A.V. Development of resursosberegayuschey technology of otboyki of non-metallic minerals with the use of the simplest vzryv-chatykh matters: avtoref. dis. on soisk. step. kand. tekhn. sciences. – Dnepropetrovsk, 2002. – 18 p. [in Russian].
5. Efremov E.I. Management the sizes of area of pe-reizmel'cheniya of mountain breeds at their explosive destruction of // *Visnik KTU: zb. sciences. prac.* – Vip. 18. – Kriviy Rig, 2007. – P. 36–39 [in Russian].
6. Efremov E.I., Nikiforova V.A., Barannik V.V. About the mechanism of explosive destruction of obvod-nennykh of hard environments of // *Sb. nauchn. labour. IGTM of NAN of Ukraine of «Geotekhn. mechanics».* – 2004. – № 50. – P. 47–52 [in Russian].

Стаття надійшла 14.01.2011.

Рекомендована до друку
д.т.н., проф. Воробйовим В.В.