

УДК 553.551:622.235:504.062

*И.А. Краснопольский* \*,  
*А.А. Клименко* \*\*

**О ГЕНЕРАЦИИ ОТХОДНОСТИ ПРИ  
ВЗРЫВНОЙ ОТБОЙКЕ НЕРУДНЫХ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ  
И НЕКОТОРЫХ СПОСОБАХ ЕЕ  
РЕГУЛИРОВАНИЯ, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
И УМЕНЬШЕНИЯ**

*\* Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины,  
Днепропетровск; \*\* ОАО «Комсомольское рудоуправление», Комсомольск,  
Донецкая область, Украина*

Обґрунтовані та розглянуті фактори, що впливають на розмір зони пластичних деформацій і перездрібнювання, що визначає обсяг генерування відходів при вибуховій відбійці порід свердловинними зарядами і обробленні негабаритів на кар'єрах нерудних копалин. Запропоновано методику прогнозування обсягів генерації відходів у процесі переведення масивів гірських порід у розпушений стан і руйнування негабаритних кусків гірської маси. Виділено фактори і показані способи їхньої реалізації для управління процесом генерації відходів. Розглянуто використання невибухового руйнування негабаритів, як варіант ресурсобезвідхідної операції процесу підготовки гірських порід до виїмки.

Обоснованы и рассмотрены факторы, влияющие на размер зоны пластических деформаций и переизмельчения, предопределяющей объем генерирования отходов при взрывной отбойке пород скважинными зарядами и разделке негабаритов на карьерах нерудных ископаемых. Предложена методика прогнозирования объемов генерации отходов в процессе перевода массивов горных пород в разрыхленное состояние и разрушение негабаритных кусков горной массы. Выделены факторы и показаны способы их реализации для управления процессом генерации отходов. Рассмотрено использование невзрывного разрушения негабаритов, как вариант ресурсобезотходной операции процесса подготовки горных пород к выемке.

Анализ структурных схем формирования отходности в технологических процессах предприятий горнометаллургического комплекса позволяет выделить наиболее емкие из них по масштабам генерации потерь сырьевых, энергетических и материальных ресурсов.

Применительно к открытым горным работам, являющимися до настоящего времени одним из базовых звеньев функционирования горнометаллургических комплексов, одним из основных процессов во многом предопределяющим возможность реализации и эффективность всей технологической схемы разработки скальных пород и в тоже время одним из наиболее значительных генераторов отходности является процесс подготовки горных пород к выемке, т.е. буровзрывные работы.

Основной целью взрывной отбойки явля-

ется приведение естественных массивов в состояние, позволяющее осуществить выемку, транспортирование и переработку полезных ископаемых существующим технологическим оборудованием. Реализация этой цели достигается путем трансформации потенциала взрывчатого вещества (ВВ), который характеризуется теплотой взрыва ( $Q$ ), в полезную работу по формированию требуемых характеристик среды.

Реальность такова, что процессу получения требуемых характеристик среды (определенных геометрических форм и размеров кусковатости), в результате проявления особенностей механизма взрывного разрушения твердых сред неизменно сопутствует процесс переизмельчения и пластических деформаций разрушаемой среды, которые в значительной мере предопределяют показатели отходности полезных ископаемых в процессах их добычи и переработки, что подтверждается практическими данными [1-3,5-9], согласно которым потери полезного

© Краснопольский И.А.,  
Клименко А.А., 2009

ископаемого в результате переизмельчения, разупрочнения кусков горной массы и несоответствия по нижнему пределу кусковатости для различных предприятий по добыче нерудных ископаемых могут составлять от 8,5 до 45,2 %.

Известно, что основным инструментом в процессах формирования техногенной среды является ВВ, эффективность превращения энергии которого в работу взрыва определяет многие показатели, в т.ч. потери минеральных ресурсов.

В исследованиях, посвященных детонации и работы взрыва конденсированных систем [1], проблемам разрушения горных пород взрывом [2], теории и методам взрывного дробления [3], ресурсосберегающим технологиям взрывного разрушения горных пород [4] выделяется зона ближнего действия взрывной волны называемая зоной смятия или зоной бризантного действия взрыва, зоной действия ударной волны, т.е. область формирующая среду с нарушенной структурой, измельченными частицами и измененными в связи с образованием микротрещин прочностными свойствами.

Отбойка полезных ископаемых для их извлечения и дальнейшей переработки осуществляется скважинными зарядами. Тип механического поведения среды при этом меняется по мере удаления от оси скважинного заряда. Процесс детонации заряда конденсированных ВВ неразрывно связан с распространением по нему ударных волн. При выходе детонационной волны на стенки скважины в горной породе формируется ударная волна (УВ). Скорость фронта УВ превышает скорость звука в недеформированном материале. На параметры УВ и выход переизмельченных фракций в результате ее распространения в горной породе оказывают влияние детонационные характеристики ВВ (максимальное давление, импеданс), физико-механические свойства горных пород (упруго-пластические характеристики, акустический импеданс, трещиноватость и др.), соотношение волновых характеристик ВВ и породы, форма, конструкция заряда, условия и способы взрывания. Наиболее сильные разрушения в виде переизмельчения и пластических деформаций наблюдаются в непосредственной близости от заряда ВВ. По разным источникам [2-6,9] эта область может составлять от 3 до 15 радиусов

заряда. Таким образом, радиусы зоны переизмельчения при фактическом диаметре скважинного заряда, например ~250 мм и высоте скважинного заряда 10 м (для уступа Н=15 м) могут изменяться от 0,625 до 1,875 м, что в объемном выражении может составить от 12 до 109 м<sup>3</sup> разрушенных горных пород. Согласно справочным данным [5-8] выход горной массы с 1 м скважины на карьерах нерудных ископаемых составляет 50-60 м<sup>3</sup>. Таким образом, приближенное значение отходов полезного ископаемого непосредственно по ближней зоне взрыва может составить:

$$V_{отх} = \frac{V_{з.п.} \cdot 100}{V_{пог.м} \cdot l_{скв}}, \% \quad (1)$$

где  $V_{з.п.}$  - объем зоны переизмельчения одной скважины, м<sup>3</sup>;  $V_{пог.м}$  - выход горной массы с 1 м скважины, м<sup>3</sup>/м;  $l_{скв}$  - длина скважины, м.

При диаметре скважины 250 мм и высоте уступа 15 м эта величина может изменяться от 1,6 до 14 %.

Диапазон изменения значения обусловлен ранее отмеченными различиями в оценке величины зоны смятия (переизмельчения), а также многофакторностью свойств разрушаемой среды [3-5,6,9]. Для реальных условий, характеризующихся разнообразием условий залегания, особенностями строения, спецификой условий взрывания эти отличия могут быть еще более выраженными.

Моделирование разрушений, производимых УВ, для уточнения оценки размеров зоны переизмельчения осуществлялась на образцах кубической формы из известняка с размерами грани 20,25,30 и 40 см. Диаметр взрывной полости был одинаковым и составлял 25 мм, глубина заряда соответственно 130, 170, 200 и 260 мм, при этом для взрывания каждой модели использовались промышленные ВВ: аммонит № 6ЖВ, сухие и водонаполненные заряды гранулолита и пироксилинового пороха, массой 0,03 кг. Установлено, что при одинаковой массе заряда, плотности заряжания и неизменном типе ВВ суммарный выход мелких фракций является постоянным и не зависит от размеров разрушаемых моделей. Анализ кумулятивных кривых типичный вид на примере (рисунок), характеризующих гранулометрический состав при разрушении моделей раз-

личных размеров, показывает, что они совпадают на начальном участке, что можно расценивать как проявление действия УВ – основного генератора отходности в зоне прилегающей к взрывной полости. Следует отметить, что совпадаемость кумулятивных кривых четырех типоразмеров моделей для каждого типа ВВ и материала модели на на-

чальном участке до точки, характеризующей по нашему мнению результат действия УВ весьма высокая, расхождение в значениях по каждой кривой не превышает 5 %. Эти результаты подтверждают представление о разрушении горных пород взрывом, как комплексное воздействие проходящей волны сжатия и отраженной волны напряжений.

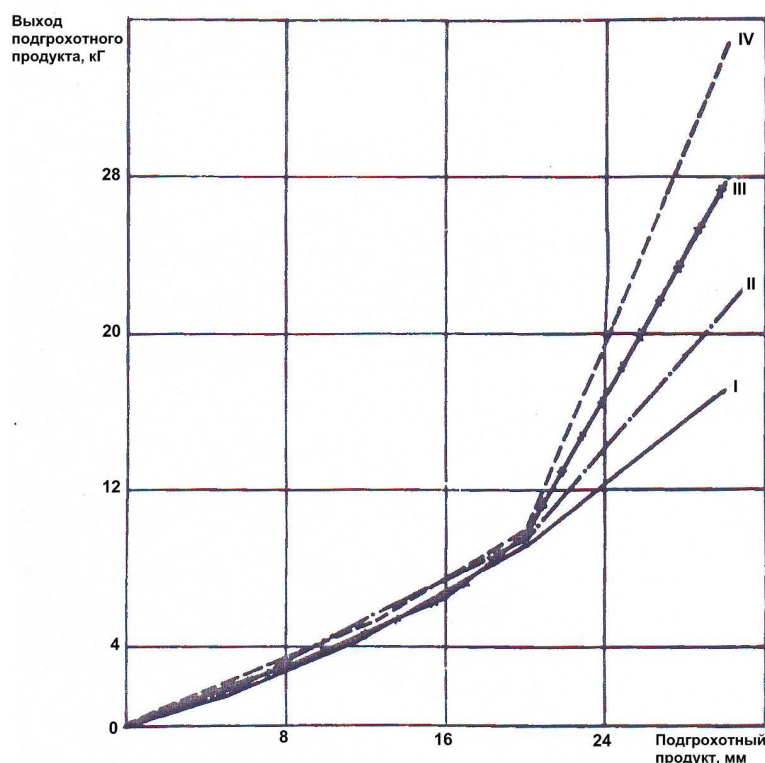


Рисунок - Типичный вид кумулятивных кривых при разрушении моделей различных размеров

При расстоянии от оси заряда, превышающем действие прямой проходящей волны, ее проявление в результатах разрушения не зависит от расстояния до свободной поверхности. Результаты моделирования по определению параметров зоны переизмельчения приведены в таблице 1.

Исходя из допущения, что действие зарядов можно считать аналогичным точечным (объем разрушений ограничен сферой), радиус зоны переизмельчения определяется из выражения

$$R = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \pi \cdot \frac{M}{\rho}}, \quad (2)$$

где  $M$  - суммарный выход фракций до предельной точки совпадения кумулятивных кривых, кг;  $\rho$  - плотность породы, кг/дм<sup>3</sup>.

Важными факторами, определяющими параметры УВ при переходе ее в породу, и как следствие, размер зоны интенсивного измельчения, являются структура и тип применяемого при отбойке ВВ. За счет структуры ВВ можно изменить механизм взрывчатого превращения, ширину зоны химической реакции, амплитуду и длительность импульса давления в зарядной камере, механизм перехода фронта УВ из зарядной полости в среду, следствием чего будет изменение характера и размера зоны бризантного действия взрыва.

Характер передачи энергии продуктов детонации твердой среде зависит от закономерности движения границы раздела между разрушаемой средой и продуктами детонации. Структуру фронта детонационной вол-

ны на границе заряд ВВ – порода в случае порошкообразных ВВ считаем сплошной, в случае крупнодисперсных ВВ дискретной. Относительное расстояние, характеризующее приведение радиуса зоны образования УВ со сплошным фронтом для порошкообразных и крупнодисперсных ВВ приближенно определяется выражением:

$$\bar{R} = \sqrt{\left(\frac{P_o}{P_c}\right)^3 \frac{r_o}{r_o + a_{BB}}}, \quad (3)$$

где  $P_o$  и  $P_c$  - соответственно давление детонации крупно- и мелкодисперсных ВВ, Кбар;  $r_o$  - радиус заряда, мм;  $a_{BB}$  - характерный размер отдельной частицы ВВ, мм.

Таблица 1 - Параметры зоны действия УВ в известняках (диаметр заряда 25 мм)

Тип ВВ	Радиус зоны действия УВ, дм	Относительные размеры зоны действия УВ, $R/r_o$
Аммонит № 6ЖВ	1,1	8,80
Гранулотол водонаполненный	1,06	8,48
Гранулотол сухой	0,96	7,70
Бездымный порох водонаполненный	0,98	7,80
Бездымный порох сухой	0,91	7,37

Оценку показателей переизмельчения при использовании различных типов ВВ производили по результатам разрушения

объемных моделей в лабораторных условиях (таблица 2), а также при отбойке доломитов в промышленных условиях [5,10].

Таблица 2 - Показатели переизмельчения при разрушении моделей различными ВВ (диаметр заряда 25 мм)

Тип ВВ*	Порода	Выход фракций 0-5 мм, кг ** при размере ребра модели, см				Выход фракций 0-5 мм		
		20	25	30	40	средневзвешенный, кг	на единицу массы заряда кг/кг	
Аммонит № 6ЖВ	Гранит	$\frac{7,9}{13,5}$	$\frac{7,9}{13,8}$	$\frac{8,1}{13,2}$	$\frac{7,9}{13,4}$	$\frac{7,9}{13,5}$	$\frac{263}{270}$	
		$\frac{3,1}{5,2}$	$\frac{2,9}{4,9}$	$\frac{3,3}{5,0}$	$\frac{3,0}{5,0}$	$\frac{3,1}{5,0}$	$\frac{103}{100}$	
$\frac{6,7}{11,4}$		$\frac{6,6}{11,7}$	$\frac{6,8}{11,5}$	$\frac{6,8}{11,3}$	$\frac{6,7}{11,5}$	$\frac{220}{228}$		
Аммонит № 6ЖВ		Известняк	$\frac{4,2}{7,1}$	$\frac{4,3}{6,9}$	$\frac{3,8}{7,2}$	$\frac{3,8}{7,3}$	$\frac{4,0}{7,1}$	$\frac{133}{142}$
			$\frac{2,2}{3,8}$	$\frac{2,1}{3,7}$	$\frac{2,2}{4,0}$	$\frac{2,3}{3,8}$	$\frac{2,2}{3,8}$	$\frac{73}{76}$
$\frac{3,5}{6,0}$			$\frac{3,2}{5,8}$	$\frac{3,2}{6,2}$	$\frac{3,1}{6,2}$	$\frac{3,2}{6,0}$	$\frac{107}{120}$	

Примечание: \* Использовался: порошкообразный аммонит № 6ЖВ; гранулотол со средним размером гранул 3 мм; бездымный порох с гранулами цилиндрической формы – диаметр  $\geq 7$  мм, высота 12 мм. \*\* В числителе и знаменателе значения соответственно при массе заряда 0,03 и 0,05 кг.

Анализ результатов взрывов в известняке и граните (таблица 2) указывает на общую независимо от свойств взрывааемых пород, тенденцию к снижению генерации отходности с увеличением крупности частиц ВВ. Наиболее отчетливо это прослеживается при взрывном разрушении моделей из гранита. Таким образом, влияние структуры фронта детонационной волны очевидно, на что указывает и сопоставление экспериментальных данных с расчетным значением  $\bar{R}$ , определенным по формуле (3). Максимальная относительная погрешность экспериментальных и расчетных значений составила 11,9 %. Для зарядов использованного при моделировании диаметра влияние дисперсности ВВ заметно сказывается на показателях выхода переизмельченных фракций.

Обобщив результаты приведенных экспериментов можно заключить, что одним из факторов регулирования генерации отходности является управление масштабом дисперсности  $\lambda = \frac{a_{ВВ}}{r_0}$ , которое практически реализуется за счет выбора применяемого при отбойке типа ВВ и диаметра скважинного заряда.

Известно, что при отбойке горных пород скважинными зарядами, наряду с полезными формату работы взрыва результатом разрыхления скального массива является и выход кусков горной породы с размерами, превышающими технические возможности экскаваторов и технологического оборудования дробильно-сортировочного комплекса - негабарита. По имеющимся сведениям [7,8] выход негабарита на карьерах нерудных ископаемых может достигать 49 %. Одним из наиболее распространенных способов дробления негабарита до настоящего времени является способ взрывания шпуровыми зарядами. Очевидно, что для этого способа характерен вышеописанный тип механического поведения среды, поскольку при этом используются те же конденсированные ВВ.

Более того, вышеприведенные результаты моделирования действия взрыва в ближней зоне на известняковых и гранитных блоках можно рассматривать как натурные, т.к. основные параметры, начиная от свойств пород и заканчивая диаметром зарядов и характеристиками применяемых ВВ идентичны реальным условиям.

Учитывая значительный реальный объем взрывания негабаритов, в условиях карьеров нерудных ископаемых представляет интерес определение возможных масштабов генерации отходности.

В результате экспериментальных исследований выполненных на моделях из известняка и гранита кубической формы с различающимися геометрическими параметрами [5,10] установлено, что для однотипных пород генерация отходности в виде переизмельчения при прочих равных условиях (тип ВВ, диаметр и масса заряда) остается постоянной и, таким образом, конечные размеры разрушаемого образца на результат выхода переизмельченной массы не влияют. Вместе с тем, существует корреляция этого показателя с массой заряда. Установлено, что для каждого типа ВВ в конкретных породах справедливо соотношение:

$$q_m / Q_m = const, \quad (4)$$

где  $q_m$  - выход переизмельченных фракций по результатам моделирования, кг;  $Q_m$  - масса заряда в модели, кг.

Таким образом, методологический подход к прогнозированию отходности при разделке негабарита в конкретных основных горнотехнических условиях состоит в следующем. На основании экспериментального определения выхода переизмельченных фракций при взрывании образца заданной породы устанавливается коэффициент  $K_n$ , характеризующий отношение (4). Исходя из проектируемого на дробление негабаритных блоков суммарного расхода ВВ ( $\sum Q_m$ ) с учетом (4) определяется масса переизмельченного материала на блоке ( $\sum q_n$ )

$$\sum q_n = K_n \cdot \sum Q_m, \text{ кг.} \quad (5)$$

Аналогичный подход, однако с получением меньшей достоверности конечного количественного результата ввиду наложения масштабного фактора в процессы химического превращения ВВ, может быть применен и при оценке показателей выхода переизмельченных фракций в промышленных условиях. При этом должны учитываться некоторые отличия параметров детонации и влияние масштаба дисперсности ВВ за счет условий взрывания. Приближенная оценка может быть осуществлена на основании выражения:

$$\sum g_{nc} = \frac{K_n \sum Q_n P_n}{P_l}, \quad (6)$$

где  $g_{nc}$  - прогнозируемый выход переизмельченных фракций при скважинной взрывной отбойке;  $\sum Q_n$  - проектируемый на массовый взрыв расход ВВ, кг;  $P_n$  и  $P_l$  - детонационное давление, соответственно в производственных и лабораторных условиях, МПа.

Оценивая значимость процесса подготовки горных пород к выемке в общих показателях генерации отходности всей технологической цепи горнометаллургического комплекса следует отметить, что наряду с очевидной эффективностью способа взрывоподготовки имеют место значительные энергетические потери (к.п.д. взрыва, как правило, не превышает 10 %), потери минеральных ресурсов могут достигать 50 %, естественно эти факторы имеют соответствующую материальную оценку. К тому же далеко не в полной мере определены масштабы газопылевых и температурных негативных воздействий на окружающую среду. Безусловно, еще не исчерпан ресурс научно-технических решений для уменьшения отмеченных негативных нагрузок. Для этого могут быть вполне приемлемы новые по структуре и характеристикам взрывчатого превращения типы ВВ, ресурсосберегающие конструкции скважинных зарядов, схемы их размещения и т.д.

Возвращаясь к вопросу о негативных воздействиях на окружающую среду в виде газопылевых загрязнений, масштабность которых как от процессов взрывчатого превращения, так и от переизмельчения пород очевидна, в качестве иллюстрации позитивного решения можно использовать опыт ОАО «Комсомольское рудоуправление», являющегося одним из основных поставщиков флюсовых известняков в Украине.

В настоящее время около 80 % применяемых при взрывной отбойке на карьерах рудоуправления взрывных веществ составляют изготавливаемые на месте применения безтритиловые взрывчатые композиции. Данные ВВ разработаны совместно с ЗАО «Техновзрыв» для конкретных условий «Комсомольского рудоуправления» и сертифицированы как гранулиты КР-1 и КР-2. Основными компонентами данных компо-

зиций являются окислитель - аммиачная селитра, горючее – отработка горючего масла и добавка в виде железорудного концентрата, предназначенного для повышения теплоты взрыва. Технология приготовления таких смесей чрезвычайно проста, она сводится к простому механическому перемешиванию твердой и жидкой фаз, несложной является и механизация процесса заряжания. Кислородный баланс этих ВВ составляет (-) 0,9 %, скорость детонации 3,6 км/с. Характерное для простейших ВВ, к которым относятся и гранулиты КР, значительное увеличение ширины зоны химической реакции (в 15-20 раз больше, чем у штатных ВВ) приводит к более мягкому нагружению массива горных пород, следствием чего является, прежде всего, уменьшение размеров зоны переизмельчения и связанного с ней пылевого образования.

Одновременно установлено, что замена штатных ВВ на гранулиты КР позволило уменьшить выброс взрывных газов в пересчете по СО на 150 млн.литров в год. При этом очевидны и другие преимущества применения гранулитов КР, например, экономический эффект от их применения составил около 1 млн.грн.

В тоже время уже сегодня известны средства формирования достаточно мощных квазистатических полей напряжений, результатом действия которых является эффект разрушения. Существуют десятки рецептов расширяющихся разрушающих композиций, действие которых основано на их объемном расширении при гидратации за счет происходящих в них физико-химических процессов новой фазы. По имеющимся данным давление, развиваемое расширяющимися композициями, может составлять  $(3-5) \cdot 10^7$  Па. Следует отметить, что основным компонентом составов невзрывчатых разрушающих средств (НРС) является продукт термической обработки измельченных карбонатных пород, что дает уникальную возможность реализации химических и физических свойств пород, в т.ч. слагающих разрушаемый массив для создания инструмента разрушающего воздействия на массив в технологическом процессе перевода пород в разрыхленное состояние. Перспективность использования НРС для разрушения скальных пород и, в частности, разделки негабаритов,

підтверджується фактичними прикладами їх застосування в промислових умовах [10] обумовлена наступним:

- відсутністю втрат мінеральних ресурсів в результаті роботи НРС;
- відсутністю викиду в атмосферу газів і пилу при фізико-хімічних процесах утворення нової фази при збільшенні об'єму композицій для формування квазістатическої навантаження в руйнуваному об'єкті;
- відсутністю необхідності створення небезпечної зони, виводу людей і обладнання з місця виробництва робіт.

Основними недоліками, масово випускаються композицій вважаються:

- наявність значущого по порівнянню з ВВ інкубаційного періоду наростання тиску, пов'язаного зі швидкістю кристалізації при взаємодії НРС з водою;
- порівняно вузький діапазон температур (3-25 °С) ефективною робіт;
- нестабільність розвиваються в визначених умовах тиску.

В той же час відомо, що в Японії створені складові, розвивають тиск в два рази вище, ніж у аналогічних складові, виготовляються в СНГ. Подібні розробки мають США, Великобританія, Чехія, Франція і др. Нами також розроблені і випробувані складові ефективно працюють, в тому числі, і при негативних температурах навколишнього середовища з регульованими швидкостями реакцій кристалізації і наростання тиску на стінки зарядної порожнини [10].

Таким чином, передумови більш масштабного і інтенсивного застосування НРС в процесах підготовки гірських порід до видобутку, що дозволить лімітувати генерацію відходів мінеральних ресурсів і зберегти інші показники якості навколишнього середовища, достатньо очевидні.

Теоретичне обґрунтування полів напружень створюваних НРС і результати експериментальних досліджень по опре-

деленню фізико-хімічних і експлуатаційних характеристик, робітоспособності, ефективності руйнівного впливу розширюються композицій, виконані в лабораторних полігонних і промислових умовах [10] свідчать про особливості ефективності безвзрывного руйнування міцних серед для зменшення показників відходів мінеральних ресурсів в технологічних процесах видобутку і переробки.

Іншим, достатньо ефективним рішенням проблеми безвзрывного руйнування негабаритів, є використання засобів і способів механічного руйнування. На кар'єрах «Комсомольського рудуправління» в даний час до 90 % негабаритних блоків дробиться з допомогою енергії гідравлічного молота, встановленого на базі екскаватора Caterpillar-326.

Застосування бутобоя дозволило:

- 1) зменшити технологічні витрати обладнання, пов'язані з вибуховими роботами при дробленні негабаритних блоків;
- 2) зменшити вплив шкідливих газів при виробництві вибухових робіт на навколишнє середовище і утворення пилу за рахунок переизмельчення;
- 3) підвищити безпеку робіт при дробленні негабаритних блоків;
- 4) знизити собівартість вторинного дроблення (дроблення негабаритних блоків);
- 5) скоротити невідновлювані втрати цінного іскопаемого в процесах підготовки порід до видобутку.

Слід відзначити, що враховуючи особливості гірсько-геологічних умов перспективним рішенням при розробці негабаритів, забезпечуючим раніше відзначену ефективність є використання технології, що об'єднує застосування НРС і бутобоя. Особливості і цілеспрямованість її застосування є предметом наступних публікацій.

#### Перелік посилань

1. Беляев А.Ф. Горение, детонация и работа взрыва конденсированных систем. – М.: Наука, 1968. – 255 с.
2. Баум Ф.А. Процессы разрушения горных пород взрывом // Взрывное дело. – 1963. - № 52/9. – С. 262-285.

3. Ханукаев А.Н. Энергия волн напряжений при разрушении пород взрывом. – М.: Госгортехиздат, 1962. – 200 с.
4. Ефремов Э.И., Комир В.М., Краснопольский И.А. и др. Ресурсосберегающие технологии взрывного разрушения горных пород. – К.: Техника, 1990. – 149 с.
5. Друкованый М.Ф., Дубнов Л.В., Миндели Э.О. и др. Справочник по буровзрывным работам. – М.: Недра, 1976. – 631 с.
6. Мосинец В.Н., Пашков П.Д., Латышев В.А. Разрушение горных пород. – М.: Недра, 1975. – 216 с.
7. Степанов А.В., Гдалин А.Д. Буровзрывные работы на предприятиях строительных материалов. – М.: Недра, 1982. – 288 с.
8. Афонин В.Г., Гейман Л.М., Комир В.М. Взрывные работы в строительстве. – К.: Будівельник, 1971. – 175 с.
9. Ракишев Б.Р. Прогнозирование технологических параметров взорванных пород на карьерах. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 240 с.
10. Шапарь А.Г., Краснопольский И.А., Копач П.И. Ресурсосбережение в технологических процессах открытой разработки полезных ископаемых. – К.: Наукова думка, 1992. – 152 с.

*I.A. Krasnopol'skiy* \*,     **REGENERATION OF WASTE FORMATION**  
*A.A. Klimenko* \*\*,     **AT THE EXPLOSIVE BREAKING OF NONMETAL**  
  **MINERAL RESOURCES AND SOME WAYS**  
  **OF ITS REGULATION, PROGNOSIS AND DECREASE**

\* *Institute of Nature Management Problems and Ecology of NAS of Ukraine, Dnipropetrovsk;*

\* *JSC «Komsomolskoe Rudoupravlenie», Komsomolskoe, Donetsk Region, Ukraine*

**The paper reviews the factors which affect the size of plastic deformations zone and over diminutive processes, which allow decreasing the amount of waste formation at the explosive breaking of rocks via well detonation at the nonmetal mineral resources quarries. Methodology of waste generation volume prognosis during the process of mining non-conditional rocks breaking apart was proposed. Authors described factors and ways of their realization for waste generation process management. The use of non explosive destruction of oversized rocks was proposed as an alternative way of resource non-waste operation of mining rocks preparation for excavation.**

*Надійшла до редколегії 18 липня 2009 р.  
Рекомендовано членом редколегії канд. техн. наук М.А.Ємцем*