

УДК 622.272

А.П. СТАНКОВ, канд. техн. наук, Академия горных наук,
Г.И. ЕРЕМЕНКО, М.В. МАРТЫНЮК, В.С. КРАВЕЦ, кандидаты техн. наук, доц.,
Б.В. МАРТЫНЮК, студент, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

КАЧЕСТВО ДРОБЛЕНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ НА КАРЬЕРЕ ОАО «ЮГОК»

Выполнен анализ ведения взрывных работ при применении различных видов взрывчатых веществ.

При производстве массовых взрывов в карьере ОАО «ЮГОК» используются промышленные взрывчатые вещества, находящиеся на промышленном испытании или допущенные к постоянному применению.

Объемы взорванной горной массы и применяемых ВВ за последнее время приведены в табл. 1:

Таблица 1

Показатели	Годы					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Руда, тыс. м ³	4923,2	4400,7	3897,2	4586,1	5220,6	6016,4
Скала, тыс. м ³	5278,1	6237,9	5830,9	5248,0	5657,1	5648,3
горная масса, тыс. м ³	10201,3	10638,6	9728,1	9834,1	10877,7	11664,7
Объем применения ВВ, т	8629,8	9560,0	9310,4	9812,5	10988,0	11889,0

Из табл. 1 можно сделать следующий вывод, что на карьере ОАО «ЮГОК» объемы взрывания горной массы и потребления взрывчатых веществ постоянно возрастают. Так в 2011 г. по отношению к 2006 г. объем применения ВВ увеличился на 37,8 %.

Объемы потребления различных типов взрывчатых веществ по годам приведены в табл. 2:

Таблица 2

Показатели	Годы					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Гранулотол, т	295,5	252,5	–	–	–	–
Граммонит 79/21, т	1956,0	2819,9	1833,2	467,2	121,8	–
Водонаполненный грамммонит 79/21, т	250,6	472,6	–	–	–	–
Компалайт, т	96,4	–	–	–	–	–
Украинит ПП-2, т	6028,3	5479,3	7477,1	9345,3	10866,2	11889,0
Анемикс 70, т	–	449,0	–	–	–	–
Эмонит Н, т	–	86,7	–	–	–	–
Расход ВВ, всего, т	8629,8	9560,0	9310,3	9812,5	10988,0	11889,0

Проведя анализ использования взрывчатых веществ можно сделать вывод, что в 2011 г. на РУ ОАО «ЮГОК» успешно внедрена государственная программа по выводу тротил содержащих ВВ из использования при производстве массовых взрывов в карьере и переходу на альтернативные эмульсионные ВВ типа Украинит ПП-2Б. Так начиная с 2008 г. на комбинате полностью отказались от применения тротил содержащего ВВ типа гранулотол. В тоже время увеличивается доля использования эмульсионного ВВ типа Украинит ПП-2Б и в 2011 г. объем применения по отношению к 2006 г. составил 97,2 %.

До 2010 г. Граммонит 79/21 использовали для разрушения сухих горных пород, поскольку данное ВВ является неводоустойчивым. При смене подрядной организации по выполнению работ по подготовке и производству массовых взрывов ОАО «Кривбассвзрывпром» на ООО «Криворождорвзрывпром» комбинат перешел на применение как в обводненных, так и сухих скважинах Украинита ПП-2Б.

Начиная с 2008 г. полностью отказались от применения в обводненных горных породах технологии заряжания водонаполненного грамммонита 79/21 в полиэтиленовые рукава. Также не нашло широкого применения бестротиловое ВВ типа Компалайт по причине ограничений в его применении по гидрогеологическим условиям и физико-механическим свойствам разрушаемых горных пород.

В 2007 г. в карьере РУ ОАО «ЮГОК» проводили промышленные испытания по взрыванию

горных пород эмульсионными ВВ типа Анемикс 70 и Эмонит Н производства ООО «Интер-взрывпром». Как показали промышленные испытания, в сравнении с применяемым ЭВВ типа Украинит ПП-2Б, происходит удорожание взрывных работ и применение указанных ЭВВ не нашло применение на комбинате.

Удельный расход применяемых взрывчатых веществ приведен в табл. 3.

Таблица 3

Показатели	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Руда, кг/м ³	0,930	0,990	1,020	1,020	1,023	1,025
Скала, кг/м ³	0,760	0,8	0,75	0,73	0,79	0,76

Анализируя табл. 3 можно сделать следующий вывод, что при внедрении технологии заряжания обводненных скважин неводоустойчивым ВВ привело к увеличению удельного расхода взрывчатых веществ по руде по причине увеличенной плотности эмульсионного ВВ.

Одним из основных параметров для определения качества взорванной горной массы является гранулометрический состав. В промышленных условиях определение гранулометрического состава усложняется отсутствием возможности визуального осмотра полностью взорванной горной массы.

В связи с этим на карьере во время определения качества взрыва учитывается выход негабаритных фракций (по объему и числу), выход мелких фракций (мелочи), распределение по размеру фракций.

На каждом карьере горнодобывающего предприятия установлен свой критерий размера негабаритной фракции, которая непосредственно зависит от действующего технологического оборудования для погрузки и транспортировки взорванной горной массы.

При выходе крупных негабаритных фракций ухудшается производительность и надежность используемого горно-транспортного оборудования. В этом случае производится повторное дробление негабарита. К основным показателям некачественного взрыва массива горных пород можно также отнести завывшение подошвы уступа, оставление козырьков, что негативно сказывается на производительности экскаваторов и др.

Взрывание сильно трещиноватого массива горных пород может быть ухудшено предыдущим взрывом. Это связано с нарушением естественной структуры массива. Наличие плотно сомкнутых микротрещин обеспечивает улучшение степени дробления массива горных пород.

Одним из основных факторов, влияющих на степень дробления, является удельный расход взрывчатых веществ, т.е. для разрушения определенного объема породы, при этом, получив необходимую крупность фракции, необходимо затратить необходимое количество взрывчатого вещества (кг/м³). Гранулометрический состав разрушенного массива определяется плотностью мест зарождения трещин, образующих пространственную сетку. Трещины, на которых время приложения нагрузок оказалось недостаточным, не оказывают существенного влияния на размер фракций, но уменьшают их плотность. При распределении импульса напряжений в среде, его параметры изменяются. Это происходит за счет геометрических и диссипативных потерь амплитуды, она уменьшается, а длительность растет. Этими явлениями и определяется закономерность выхода фракций по зонам. Ближняя зона, непосредственно возле заряда, характеризуется интенсивным дроблением, и по мере удаления от центра взрыва размер средней фракции увеличивается.

На карьерах, для определения крупной негабаритной фракции, применяют следующие методы:

Поштучный учет - обмер всех негабаритных кусков, подлежащих вторичному дроблению.

Планиметрический метод измерения, при котором выход негабарита определяется как отношение суммарной площади негабаритных кусков по отношению к общей площади, на которой производится измерение.

В данном случае, эффективней всего использовать фотоснимки, сделанные при помощи фотоаппарата, после чего они анализируются. Для этого на взорванную горную массу кладут рейки заданной длины (1,5-2 м). После чего производится фотографирование. В настоящее время при использовании цифровой техники, фотоснимок копируют на персональный компьютер, где и происходит непосредственная обработка изображения при помощи программы K-Mine внедренной на ЮГОКе с 2006 г. Данная программа разработана ЧП «Кривбассакадеминвест», г. Кривой Рог.

Модуль ГИС K-Mine для определения гранулометрического состава взорванной горной

массы содержит ряд функций и задач, которые позволяют выполнить распознавание и статистическую обработку для определения размеров фракций взорванных горных пород по фотографическому снимку.

Фотографические снимки проводятся в карьере, в забое при помощи цифрового фотоаппарата. При съемке устанавливаются две мерные рейки, расположенные на произвольном расстоянии друг от друга. Таким образом, на плоском снимке с помощью фотопланиметрического метода рассчитывается размер фракции.

Модуль K-Granules является независимым программным продуктом, который поставляется в виде совокупности исполняемых файлов, библиотек динамической компоновки Windows, а также специальных настроечных файлов модуля. После инсталляции модуля в главное меню операционной системы создаются ярлыки, с помощью которых можно вызвать главное окно модуля, а также справку по его использованию.

Работа с программой состоит из следующих основных этапов:

Загрузка/сохранение исходных символов.

Просмотр изображений в требуемых масштабах.

Использование графических фильтров.

Обработка изображения и определение гранулометрического состава.

Занесение информации в базу данных.

Формирование статистической и отчетной документации.

Загруженное изображение можно сохранить в виде нового файла с последующей обработкой в масштабе 100 %. Для изображений с большим разрешением изображение может быть значительно больше, чем рабочая область. В связи с этим, для визуальной оценки всего изображения целиком, его необходимо приводить к размеру рабочей области.

После того, как изображение загружено в рабочую область необходимо, для повышения качества распознавания настроить графические фильтры. При помощи графических фильтров можно выполнить настройку областей цветовой гаммы, для которых не будет производиться распознавание (мерные линейки).

Обработка производится с использованием фотопланиметрического метода. Суть метода заключается в проведении по всей высоте снимка параллельных линий с заданным шагом. Для каждой линии определяется масштабный коэффициент, определяющий перспективу удаленности изображения от точки вида. Единицы измерения масштабных коэффициентов мм/пиксел. Таким образом, существует возможность определения реальной длины каждого распознанного сегмента изображения (куска) в мм с учетом его удаленности от точки вида. Данный метод достаточно точно определяет вид перспективы для снимков взорванной горной массы на откосах уступов.

После того, как выполнен расчет, существует возможность сохранения результатов расчета в базу данных для формирования отчетной документации по снимку или сводного анализа результатов распознавания по группе снимков.

При применении ВВ типа Украинит ПП-2Б, проводился учет качества взорванной горной массы. На рис. 1 показан снимок сделанный при помощи цифрового фотоаппарата.



Рис. 1. Снимок взорванной горной массы при взрывании ВВ типа Украинит ПП-2 в карьере ОАО «ЮГОКа» в 2008 г., блок №76 гор. -45/-60 м

После обработки данного снимка на компьютере при помощи модуля определения гранулометрического состава взорванной горной массы ГИС K-Mine получен следующий результат. (рис. 2).

Анализируя данную диаграмму можно сделать выводы, что качество взорванной горной массы удовлетворяет по отношению к применяемому технологическому оборудованию. Нарботанный опыт

ведения мысовых взрывов позволяет добиваться необходимого качества взорванной горной массы.

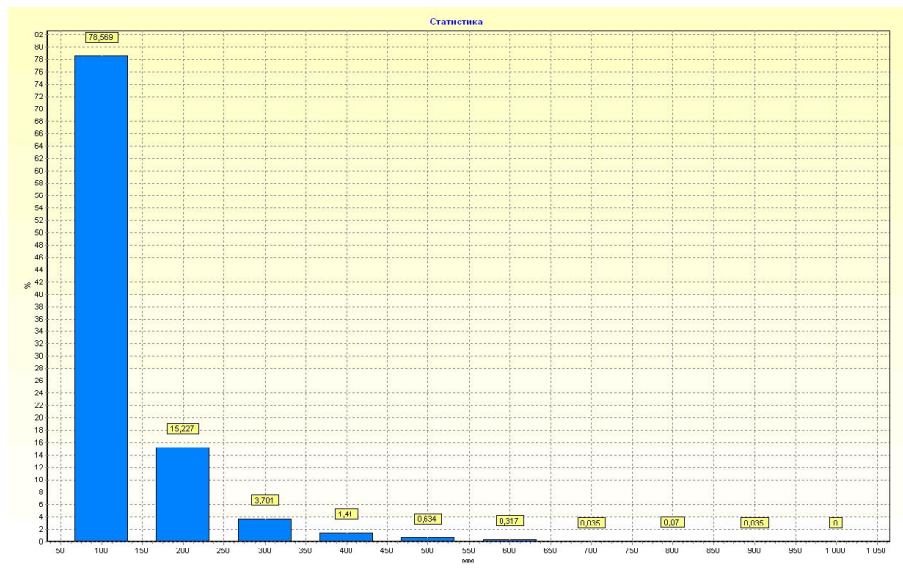


Рис. 2. Результат расчета при помощи К-Mine взорванной горной массы

Таблица 4

Разделение гранулометрического состава горных пород по классам

Класс продукта, мм	Выход фракции, %
50,0-150,0	78,5689
150,0-50,0	15,2274
250,0-350,0	3,7011
350,0-450,0	1,4099
450,0-550,0	0,6345
550,0-650,0	0,3172
650,0-750,0	0,0352
750,0-850,0	0,0705
850,0-950,0	0,0352
950,0-1050,0	0,0000

Выход негабарита за период с 2006 по 2010 г. на карьере ОАО «ЮГОКа» приведен в табл. 5.

Таблица 5

Показатели	Годы				
	2006	2007	2008	2009	2010
Выход негабарита, %	0,49	0,96	0,5	0,5	0,5

Из табл. 5. можно сделать следующие выводы, что в 2007 г. выход негабарита резко возрос по причине некачественного взрывания с использованием технологии заряжания обводненных скважин Украинитом ПП-2Б.

После доработки технологии приготовления ЭВВ типа Украинит ПП-2Б на карьере ОАО «ЮГОК» вновь возобновились взрывания блоков при помощи данного ВВ.

Выводы: Объем взрывания горной массы и применяемых взрывчатых веществ в 2011 г. по отношению к 2006 г. выросли соответственно 14,3 и 37,8 %.

Для взрывания обводненных и сухих горных пород с 2011 г. используется только эмульсионное взрывчатое вещество типа Украинит ПП-2Б вследствие чего в полном объеме внедрена государственная программа по выводу тротил содержащих ВВ из использования при производстве массовых взрывов в карьере.

Основным параметром для определения качества взорванной горной массы является гранулометрический состав, непосредственно зависящий от действующего технологического оборудования для погрузки и транспортировки взорванной горной массы.

Для улучшения и простоты работы по определению гранулометрического состава на ОАО «ЮГОК» с 2006 г. внедрена геоинформационная система управления горными работами РУ ГИС К-Mine, разработанная ЧП «Кривбассакадеминвест».

Рукопись поступила в редакцию 22.03.13