

«Плавающая» потолочина 16 формируется буровзрывным способом из рудного массива в верхней части выемочной панели, над которой расположен внутренний отвал вскрышных пород 15. Для этого из вентиляционной штольни 10 гор. -30 м проходится наклонный съезд 11 на буровой орт гор. -20 м.

Из бурового орта проходятся буровые штреки 17. Из них через 8-10 м пройдены компенсационные орты 13, между которыми расположены временные целики. Временные целики разбуриваются горизонтальными параллельно-сближенными скважинами. "Плавающая" потолочина (ПП) формируется за счет проходки отрезных 12 буровых 17 и восстающих 14 выработок. После отрезки ПП по периметру разрушают временные целики на компенсационные орты 13 и далее производится обрушение всего камерного запаса блока.

Обрушение массива в каждой части блока осуществляется параллельно-сближенными веерами глубоких скважин на компенсационную камеру по традиционной технологии с применением самоходной техники. Выпуск и доставка руды осуществляется по схеме (погрузочно-доставочная машина - автоматический шахтный люк - подземный автосамосвал).

Погрузочно-доставочная машина черпает руду в погрузочной камере, доставляет ее в разгрузочную камеру гор. -105 м. Далее по рудосвалочному восстающему 7 руда перепускается на транспортную штольню, расположенную на нижележащем горизонте (гор. -165 м), где грузится с помощью автоматического шахтного люка (АШЛ-1) в подземный автосамосвал и транспортируется на перегрузочный склад, находящийся в карьере.

Выводы. Таким образом, для успешного развития горнорудной промышленности Днепропетровского региона является внедрение современных высокопроизводительных технологий на базе зарубежной техники.

Предложенные варианты систем разработки для участков месторождений, отрабатываемых подземными горными работами, позволят поддержать производственные мощности горно-обогажительных комбинатов, а при необходимости - нарастить их на 5-15 млн.т в год без дополнительных затрат на вскрышные работы. Кроме того, технические решения рассмотренных технологий могут как полностью, так и частично быть использованы при моноотработке месторождений подземным способом. Весьма перспективной представляется камерная система разработки с наклонными целиками, позволяющая значительно снизить количество остающейся в целиках руды, что особенно важно при добыче природно-богатых руд.

Список литературы

1. **Сторчак С.А.** Влияние технологии подземных работ на использование минеральных ресурсов при открыто-подземной разработке месторождений / **С.А. Сторчак, В.А. Щелканов, Б.Н. Андреев** // Комплексное изучение и эксплуатация месторождений полезных ископаемых. – Новочеркасск: НГТУ, 1995. – С. 32 – 37.
2. **Щелканов В.А.** Комбинированная разработка месторождений / **В.А. Щелканов, С.А. Сторчак** // Кривой Рог: КТУ, 1996. – 293 с.
3. <http://www.infomine.com/minesite/>
4. <http://www.mining-technology.com/projects/>
5. Разработать технико-экономическое обоснование открыто – подземного способа доработки балансовых запасов Анновского карьера: Отчет о НИР (заключительн.) № ГР 0102U005445/ Криворожский технический университет. - № 1-383-02. – КТУ, 2003. – 103 с.
6. **Щелканов В.А.** Технологические схемы подземной отработки запасов под внутренними отвалами карьеров/ **В.А. Щелканов, Б.Н. Андреев, С.В. Письменный** //Проблемы и перспективы развития подземной геотехнологии в XXI веке: Материалы межд. конфер. – Екатеринбург: УГГА, 2001. – С. 90-95.

Рукопись поступила в редакцию 23.03.12

УДК 622.235: 622.271

В.Д. СИДОРЕНКО, Е.А. НЕСМАШНЫЙ, доктора техн. наук, проф.,

К.А. ФЕДИН, ст. преподаватель, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА КРИВОРОЖСКИХ КАРЬЕРАХ

Оценено влияние взрывных работ на эффективность использования циклично-поточной технологии на Криворожских карьерах. Приведена методика и результаты определения скорости детонации взрывчатого вещества в скважинном заряде с помощью волоконно-оптической технологии регистрации светового импульса.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время практически на всех Криворожских карьерах используется циклично-поточная технология выдачи

железных руд или вскрышных пород на поверхность. Так в 2005 г. на Первомайском карьере СевГОКа введена в действие циклично-поточная технология выдачи железной руды с отметки -115 м на дневную поверхность. Основой данной ЦПТ является стационарная дробилка ККД-1500/1200, после которой железная руда перегружается на наклонный конвейер, размещенный в наклонном стволе, пройденном во вскрышных породах. Проектная производительность комплекса до 20 млн т/год.

Вместе с тем в последнее время в работе комплекса возникли трудности, обусловленные тем, что стационарная дробилка не справляется с проектными объемами горной породы. Эти трудности особенно усилились в связи с тем, что в последнее время на Первомайском карьере применяется промышленное эмульсионное взрывчатое вещество эмонит Н100 и Украинит. Применение этих ВВ позволило практически исключить использование тротилосодержащих ВВ и тем самым улучшить экологическую ситуацию в регионе. Однако, по данным инженерных служб комбината, использование эмонита Н100 привело к снижению качества взрывной рудоподготовки, и как следствие, к ухудшению показателей работы дробилки и комплекса циклично-поточной технологии в целом.

Цель работы. Оценка целесообразности использования эмонита Н100 для взрывного разрушения магнетитовых кварцитов и последующей их переработки на дробильной установке, как одном из факторов обеспечивающих эффективность работы ЦПТ, а также определение оптимального удельного расхода данного вида промышленной взрывчатки.

Анализ практики взрывных работ. Для оценки целесообразности применения эмонита Н100 для разрушения магнетитовых кварцитов были проанализированы результаты подрыва 48 блоков, взорванных на Первомайском карьере. При проведении такого анализа определялся гранулометрический состав взорванной горной породы по фотоснимкам, как поверхности развала, так и груды забоя, а также определялась, методом толчения, удельная работа разрушения взорванных магнетитовых кварцитов [1].

В табл. 1 приведены результаты определения процентного выхода фракций взорванной породы при использовании эмонита Н100 на блоке № 70 (гор. -175/-190 м, породы кварцит силикат-магнетитовые, крепостью 12-16, средней трещиноватости, сплошной заряд ВВ с одним боевиком и удельным расходом $1,02 \text{ кг/м}^3$, забойка увлажненным отсеком, неэлектрическая система инициирования «Прима-Эра»).

В табл. 2 - результаты определения процентного выхода фракций взорванной породы при использовании грамонита 79/21 на блоке № 77 (горизонт -190/-205 м, породы кварцит силикат-магнетитовые, крепостью 12-16, средней трещиноватости, сплошной заряд ВВ с одним боевиком и удельным расходом $1,04 \text{ кг/м}^3$, забойка увлажненным отсеком, неэлектрическая система инициирования «Прима-Эра»).

В табл. 3 - результаты определения крепости, по шкале проф. М.М. Протодьяконова и удельной работы разрушения взорванных, эмонитом Н100, силикат-магнетитовых кварцитов блока № 70.

В табл. 4 - результаты определения крепости, по шкале проф. М.М. Протодьяконова и удельной работы разрушения взорванных, грамонитом 79/21, силикат-магнетитовых кварцитов блока № 77.

Сопоставляя полученные результаты, приведенные в табл. 1-4, можно прийти к выводу, что применение для разрушения магнетитовых кварцитов водоемульсионной взрывчатки эмонит Н100, вместо грамонита 79/21, приводит к увеличению:

среднего куска взорванной горной породы на 31,5 %;

крепости разрушенной руды на 25,1 %;

удельной работы разрушения взорванных кварцитов на 25,9 %.

Постановка задачи. Проведенный анализ практики проведения взрывных работ на Первомайском карьере СевГОКа позволил сделать предположение, что низкая эффективность применения эмонита Н100 для разрушения железистых кварцитов объясняется низкой скоростью его детонации во взрывной скважине.

Как известно одной из основных характеристик взрывчатых веществ является скорость их детонации, которая определяет бризантное, а значит и дробящее действие взрыва. Поэтому измерение скорости детонации не в лабораторных, а в производственных условиях, очень важно для понимания степени корреляции между типом применяемого ВВ и качеством взрывного

разрушения горной породы.

Значение скорости детонации промышленных ВВ позволяет определять не только качество взрывчатки, но и оценить значение максимального давления (1), а значит и средний размер куска взорванной породы (2), применительно к конкретным условиям [2].

Таблица 1

Выход фракций взорванной породы при использовании эмонита Н100

Процентный выход фракций, мм						Размер среднего куска, мм
0-200	201-300	301-400	401-500	>500	>1200	219
54	22	9	10	4	1	

Таблица 2

Выход фракций взорванной породы при использовании грамонита 79/21

Процентный выход фракций, мм						Размер среднего куска, мм
0-200	201-300	301-400	401-500	>500	>1200	167
72	18	6	4	0	0	

Таблица 3

Удельная работа разрушения магнетитовых кварцитов (блок № 70)

Номер навески	Масса, г	Объем, м ³ ·10 ⁻⁶	Высота столбика, мм	Крепость <i>f</i>	Уд. работа разрушения, мДж/м ³
1	27	11	27	14,63	12,70
2	26	11	27	14,63	12,70
3	30	13	32	12,50	10,80
4	32	13	31	12,77	11,08
5	36	15	35	11,32	9,82
Среднее значение				13,17	11,42

Таблица 4

Удельная работа разрушения магнетитовых кварцитов (блок № 77)

Номер навески	Масса, г	Объем, м ³ ·10 ⁻⁶	Высота столбика, мм	Крепость <i>f</i>	Уд. работа разрушения, мДж/м ³
1	29	14	34	11,86	10,29
2	35	16	39	10,37	9,00
3	35	18	43	9,22	8,00
4	39	15	36	11,07	9,60
5	37	17	41	9,76	8,47
Среднее значение				10,46	9,07

$$P_{\max} = k \frac{\rho D^2}{8}, \quad (1)$$

$$d_{\text{ср}} = a \frac{4V^{0,8} D^{1,3}}{P_{\max}^{0,7}}, \quad (2)$$

где *a, k* - эмпирические коэффициенты; *D* - скорость детонации ВВ в скважине, м/с; *V* - эффективный объем взрывающегося блока, м³; *P*_{max} - максимальное давление продуктов сгорания ВВ; *ρ* - плотность ВВ в скважине, кг/м³; *d*_{ср} - средний размер куска взорванной породы, м.

Однако при использовании формул (1) и (2) необходимо иметь в виду, что скорость детонации во взрывной скважине может существенно отличаться от значений, приводимых в паспорте взрывчатки. Это обусловлено как нарушением технологии производства самой взрывчатки (компоненты которой смешиваются практически на борту карьера непосредственно перед ее доставкой в забой), так и нарушением технологии заряжания самой скважины (массовые взрывы на Первомайском карьере проводятся в таких масштабах, что на заряжание скважины отводится не более 3-5 мин рабочего времени).

Именно предположение, что паспортные значения скорости детонации эмонита Н100 не достигаются при его подрыве в скважине, наиболее достоверное объяснение причин недостаточного качества дробления магнетитовых кварцитов этой взрывчаткой. Как следствие такого положения, появление проблем в работе ЦПТ. Подтверждению этой гипотезы и посвящена данная работа.

Анализ публикаций. Определение скорости детонации ВВ в лабораторных (полигонных) условиях производится, как правило, по методу А.Дотриша [3]. Однако этот метод не рекомендуется применить для измерения скорости детонации в протяженных скважинных зарядах при производстве массовых взрывов, так как использование ионизационных, электроконтактных, реостатных датчиков требуют размещения в теле заряда металлических проводов, через которые пропускаются слабые электрические токи. Это является недопустимым с точки зрения техники безопасности при ведении взрывных работ на карьерах [4].

Поэтому более рационально использовать волоконно-оптический метод, основанный на регистрации света, возникающего при выходе фронта ударной волны на границу раздела ВВ-газ, при помощи кварцевых волоконных световодов [5]. Данный метод абсолютно взрывобезопасен, так как просто регистрирует наличие световых потоков при детонации взрывчатки. Точность регистрации выхода фронта ударной волны в воздушное пространство составляет 0,5 нс, а при создании определенных условий может достигать 0,06 нс [6].

Методика и полученные результаты. Методика измерения скорости детонации ВВ создавалась по программе испытаний, согласованной с ОАО "Кривбасвзрывпром". При этом скорость детонации определялась по формуле

$$D = L / \Delta t, \quad (3)$$

где L - расстояние (база) между волоконно-оптическими датчиками в заряде, м; Δt - временной интервал, определяемый по осциллограмме.

Опытно-промышленный эксперимент по определению скорости детонации эмонита Н100 во взрывной скважине состоялся на Первомайском карьере, при массовом взрыве блока № 121 на горизонте -40/-55 м, который подрывался при помощи неэлектрической системы инициирования "Нонель". Количество ВВ в экспериментальной скважине диаметром около 250 мм, составило 750 кг. Опытная скважина подрывалась одной из последних, в блоке, поэтому электронный осциллограф работал в режиме самозапуска от оптического датчика, который крепился непосредственно к боевику на глубине 21 м (рис. 1).

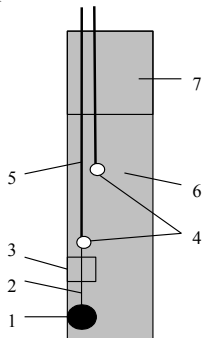


Рис. 1. Схема измерения скорости детонации ВВ в скважине: 1 - груз; 2 - шнур; 3 - боевик; 4 - оптические датчики; 5 - оптический кабель; 6 - ВВ; 7 - забойка

Порог чувствительности осциллографа был установлен на уровне 600 мВ. На расстоянии 5,5 м от первого был установлен второй оптический датчик. Оба датчика крепились к шнуру, привязанному ниже боевика к грузу для фиксирования базы измерений. Для защиты волоконно-оптических кабелей от повреждений при производстве забойки в приустьевой части скважины они помещались в гофрированный пластмассовый рукав.

Под забойку было отведено 8 м скважинного пространства, которая и была проведена за 2 часа до массового взрыва. Регистрирующая аппаратура размещалась на расстоянии 80 м от устья скважины в защитном кожухе.

Копия осциллограммы полученной при опытно-промышленном измерении скорости детонации эмонита Н100 в скважине приведена на рис. 2.

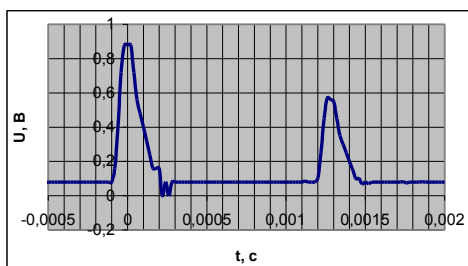


Рис. 2. Копия осциллограммы из опыта по определению скорости детонации эмонита Н100

Временной интервал между приходами детонационной волны на оптические датчики составил 1,28 мс (база измерений 5,5 м), что соответствует скорости детонации 4297 м/с. Сопоставление полученного значения с паспортными данными о скорости детонации эмонита Н100 (5200 м/с) показывает, что фактическая скорость детонации оказалась на 17,4% меньше заявленной в паспорте.

Происходит это, прежде всего потому, что при существующей технологии заряжания скважины, вместе с ВВ в нее попадает буровая мелочь, грязь, воздух. Это приводит к снижению объемной плотности взрывчатки в скважине, а значит и к уменьшению скорости ее детонации.

Происходит это, прежде всего потому, что при существующей технологии заряжания скважины, вместе с ВВ в нее попадает буровая мелочь, грязь, воздух. Это приводит к снижению объемной плотности взрывчатки в скважине, а значит и к уменьшению скорости ее детонации.

Выводы. Опытно-промышленное применение волоконно-оптического способа регистрации световых импульсов, позволило установить, что фактическая скорость детонации эмонита

Н100 в скважине оказалась равной 4297 м/с, что на 17,4 % меньше его паспортного значения.

Данный факт позволил объяснить, почему применение водоземлюсионной взрывчатки эмонит Н100 для разрушения магнетитовых кварцитов, приводит к увеличению, по сравнению с использованием грамонита 79/21, среднего куска взорванной горной породы на 31,5 %, увеличению крепости разрушенной руды на 25,1 %, увеличению удельной работы разрушения взорванных кварцитов на 25,9 %, при прочих равных условиях.

Поэтому для повышения качества дробления магнетитовых кварцитов эмонитом Н100 было рекомендовано неукоснительно выдерживать технологию приготовления взрывчатки, ее заряжения в скважину и подрыва.

Внедрение этих рекомендаций, постоянный контроль за скоростью детонации ВВ в скважине позволил существенно улучшить качество дробления магнетитовых кварцитов, стабилизировать работу стационарной дробилки и существенно повысить производительность всей циклично-поточной технологии на Первомайском карьере СевГОКа.

Список литературы

1. Анализ влияния взрывных работ с использованием эмонита на качество подготовки железной руды для переработки на рудообогатительной фабрике // Отчет о НИР // Рук. **Перегудов В.В.**//Кривой Рог, КТУ, 2007. -119 с.
2. **Кузнецов В.М.** Математические модели взрывного дела. –Новосибирск: -Наука, 1977.
3. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания. - М.: Недра, 1977. - 173 с.
4. Единые правила безопасности при взрывных работах. К.: Норматив. 1992, –172 с.
5. **Здециц В.М., Несмашный Е.А., Сидоренко В.Д. и др.** //Пристрій для визначення швидкості детонації вибухових речовин // Патент № 26057, UA МПК(2006) F42B 1/00.
6. **Здециц В.М., Несмашный Е.А., Сидоренко В.Д.** //Измерение скорости детонации взрывчатых веществ, используемых для разрушения горных пород //Вісник Криворізького технічного університету. - Кривий Ріг, КТУ, 2008. - Вип. № 20. - С.3-6.

Рукопись поступила в редакцию 25.03.12

УДК 622.341.1

В.А. КОЛОСОВ, д-р техн. наук, Ассоциация «Укррудпром», Кривой Рог

МЕТОДЫ УЧЕТА ФАКТИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РУДЫ

Рассмотрены методы учета фактических величин показателей извлечения руды и определения показателей эффективности использования недр, дана оценка технических и экономических последствий для предприятий фактических (полученных в результате контроля) величин показателей извлечения руды и эффективности принимаемых технических и технологических решений.

Как известно, существующая на горнодобывающем предприятии организация системы управления технической и экономической эффективностью эксплуатации запасов месторождения должны обеспечивать комплексное решение целого ряда задач. Таковыми являются, например, оперативный контроль фактических величин показателей извлечения (потерь руды и ее качества) и оценка технических и экономических последствий для предприятий фактических (полученных в результате контроля) величин показателей извлечения руды и эффективности принимаемых технических и технологических решений.

Таким образом, учет показателей извлечения является составной частью общего учета основной деятельности горнодобывающего предприятия, и ведут его систематически на протяжении всего времени разработки месторождения.

Показатели извлечения учитывают с целью:

- оценки полноты извлечения запасов руды и металла из недр;
- оценки рациональности эксплуатации месторождения;
- контроля соблюдения проектных и нормативных значений показателей извлечения;
- выявления мест и причин потерь и засорения;
- разработки мероприятий по повышению эффективности использования недр;
- планирования объемов получения рудной массы и анализа степени обеспеченности запасами предприятия;
- текущего и перспективного планирования объемов горных работ;
- оценки эффективности выбранных при проектировании систем разработки.

Система учета показателей извлечения в целом по подземному горнодобывающему пред-