

УДК 622.235: 622.271

В.Д. СИДОРЕНКО, д-р техн.наук, проф., Т.В. ГРУНТОВА, асп. (Криворожский технический университет), В.М. ЗДЕЩИЦ, д-р техн.наук, доц. (Криворожский государственный педагогический университет)

ВЛИЯНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАЧЕСТВО ПОДГОТОВКИ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ

Оценено влияние взрывных работ с использованием эмонита на последующие этапы переработки железорудного сырья. Рассмотрена волоконно-оптическая методика измерения скорости детонационных волн скважинного заряда

С 2006 г. в карьерах ОАО «СевГОК» применяется промышленное эмульсионное взрывчатое вещество эмонит (разработка ППП «Кривбассвзрывпром»), что позволило существенно уменьшить использование тротилосодержащих ВВ. В то же время по данным служб комбината наблюдается снижение качества взрывной рудоподготовки и ухудшение показателей дальнейшей переработки сырья. Поэтому объектом исследований данной работы стали параметры взрывных работ в карьерах ОАО «СевГОК» с использованием эмонита и качество подготовки железной руды для последующей переработки. Целью работы – оценка влияния взрывных работ на последующие этапы переработки железорудного сырья и разработка рекомендаций по выбору основных параметров буровзрывных работ.

Основным процессом, приводящим к получению полезной работы с применением ВВ, является его детонация. В результате детонации ВВ создаются высокие давления продуктов, ударные волны, волны напряжений и волны разрежения в окружающей среде, которые во многом и определяют объем и характер разрушения.

Очевидно, что действие взрыва на окружающую среду зависит как от детонационных характеристик ВВ, так и от свойств среды. Поэтому важным этапом в изыскании путей повышения эффективности имеющихся и создания более производительных ВВ для горнодобывающей промышленности является детальное изучение режимов детонации промышленных ВВ, свойств горных пород и механизма их разрушения взрывом. Для решения этой задачи нужны комплексные исследования с привлечением специалистов различного профиля.

В настоящее время на карьерах Кривбасса применяются технологии зарядания обводненных скважин гранулированными и эмульсионными ВВ, для оценки воздействия которых на горный массив необходимо определять их энергетические характеристики.

Одной из основных характеристик взрывчатых веществ является скорость детонации, которая определяет бризантное, а значит и дробящее действие взрыва. Именно при помощи этого параметра мы получаем информацию о части потенциальной энергии ВВ, которая перешла в кинетическую энергию, о полноте химического превращения ВВ. При этом необходимо подчеркнуть, что скорость детонации во взрывной скважине может существенно отличаться от значений, приводимых в паспорте заводом-изготовителем.

Определение фактической скорости детонации промышленных ВВ в скважине позволит оценить значение максимального давления (1), а значит и средний размер куска взорванной породы (2) [1, 2], применительно к конкретным горно-геологическим условиям.

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

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

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_{cp} – средний размер куска взорванной породы, м.

Таким образом, измерение скорости детонации ВВ во взрывной скважине позволит не только определить качество взрывчатки, но и оценить средний размер куска взорванной породы. Кроме этого, более точное определение скорости детонации применяемых и испытываемых ВВ позволит уточнить рациональную область их применения, а измерение распределения скорости по сечению скважины позволит уточнить значение диаметра ВВ, обеспечивающего полноту его химического превращения. Определение скорости детонации ВВ в лабораторных (полигонных) условиях производится по методу Дотриша [3]. Этот метод нельзя применить для измерения скорости детонации в протяженных скважинных зарядах в условиях производства массового взрыва. Методы дистанционного измерения скорости детонации с использованием ионизационных, электроконтактных, реостатных датчиков предполагают размещение в теле заряда металлических проводов, что является недопустимым с точки зрения техники безопасности.

Детонация представляет собой комплекс мощной ударной волны и зоны химического превращения. Ударная волна сжимает и нагревает вещество, вызывая в нем химическое превращение. С другой стороны, теплота, выделяющаяся в результате реакции, поддерживает ударную волну, не давая ей затухать. При этом обеспечивается устойчивый стационарный режим волны детонации с постоянной скоростью. После прохождения детонационной волны сильно сжатые продукты реакции расширяются – происходит взрыв. В натуральных условиях зарядания обводненных скважин достичь однородности ВВ не просто, поэтому измерение скорости детонации важно для понимания степени корреляции между типом применяемого ВВ и качеством подготовки железной руды для дальнейшей переработки ее на обогатительной фабрике.

В работе [4] предложен волоконно-оптический метод, основанный на регистрации света, возникающего при выходе фронта ударной волны на границу раздела ВВ-газ, при помощи взрывобезопасных кварцевых волоконных световодов. Точность регистрации выхода фронта ударной волны в воздушное пространство составляет 0,5 нс, а при создании определенных условий может достигать 0,06 нс [5].

Скорость детонации определяют 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.

Отработка методики измерения скорости детонации ВВ велась по программе испытаний, согласованная с ОАО "Кривбасвзрывпром". Были проведены лабораторные исследования измерительного комплекса и промышленные испытания.

Для калибровки методики была осуществлена постановка измерений скорости распространения ударной волны в волноводе неэлектрической системы инициирования

"Прима - Эра" (рис. 1) с паспортным значением скорости детонации 1820 м/с при погрешности 10 %. База измерения составила величину 2м.

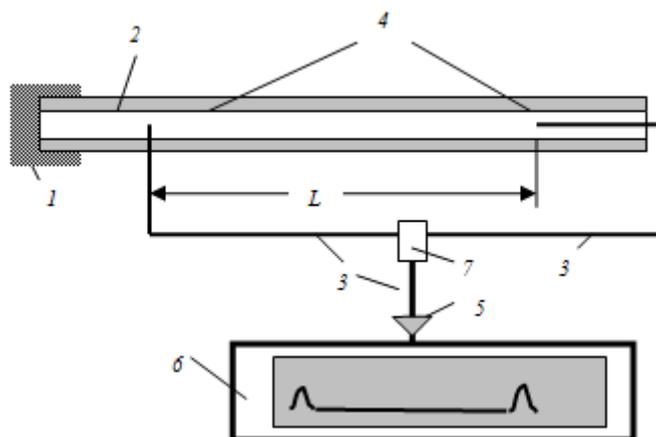


Рис. 1. Постановка опыта

Световые сигналы по многомодовым оптическим волокнам передавались на фотоприемники измерителя световой мощности ОМК 3 - 76 и после преобразования в электрический сигнал поступали на портативный цифровой четырехканальный осциллограф TPS - 2014. С целью уменьшения количества оптических каналов без потери объема информации два измерительных канала объединялись посредством волоконно-оптического разветвителя в одно.

Осциллограмма, полученная в этом опыте, приведена на рис. 2. Измеренный временной интервал между приходами ударной волны на датчики составил величину 1,09 мс, что соответствует скорости 1835 м/с.

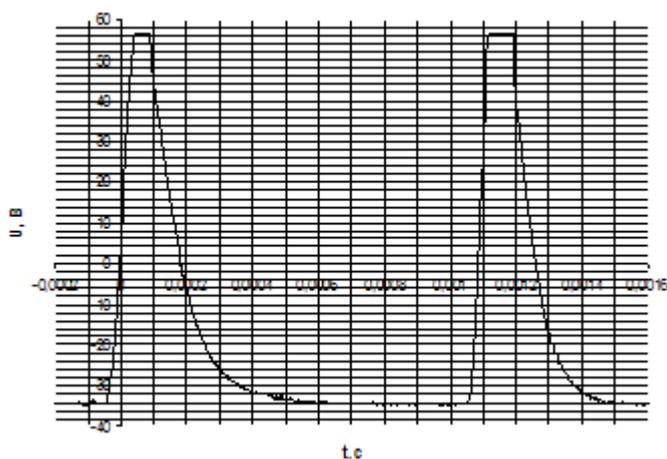


Рис. 2. Осциллограмма калибровочного опыта

Для определения степени стабильности распространения волнового фронта в трубке волновода три датчика были размещены через 1 м друг от друга. Скорость детонации оказалась равной на обоих участках измерения и составила величину 1835 м/с.

Анализ осциллограмм позволил сделать следующие выводы:

1. Волоконно-оптическая методика позволяет стабильно и высокоточно с погрешностью не больше 3% производить измерение скорости детонации, что более чем в три раза точнее известных методик.

2. Длительность светового импульса на полувысоте составила величину 0,2 мс, что открывает возможность информационного уплотнения сигналов по схеме, приведенной на рис. 1.

Результаты успешных испытаний волоконно-оптической методики позволили получить патент на изобретение [6].

Натурный опыт во взрывной скважине состоялся на Первомайском карьере ОАО СевГОК. Блок № 121 на горизонте - 40 / - 55 м взрывался при помощи системы инициирования "Нонель" первым. Характеристики массового взрыва блока приведены в табл. 1.

Согласно паспорту, скорость детонации эмонита Н100 4,8 -5,2 км/с.

Табл. 1. Параметры взрыва

Количество скважин, шт	Расход ВВ, кг	Удельный расход ВВ, кг/м ³	Тип ВВ	Количество ВВ в испытуемой скважине, кг
275	210450	0,95	Эмонит Н100	750

Постановка натурального опыта приведена на рис. 3.

Скважина подрывалась одной из последних, поэтому осциллограф работал в режиме самозапуска от датчика, который крепился непосредственно к боевику на глубине 21 м. Порог запуска был установлен в 600 мВ. На расстоянии 5,5 м был установлен другой датчик. Оба датчика крепились к шнуру, привязанному к грузу ниже боевика: таким образом, фиксировалась база измерений.

Для защиты волоконно-оптических кабелей от повреждений при производстве забойки в приустьевой части скважины они заключались в гофрированный пластмассовый рукав.

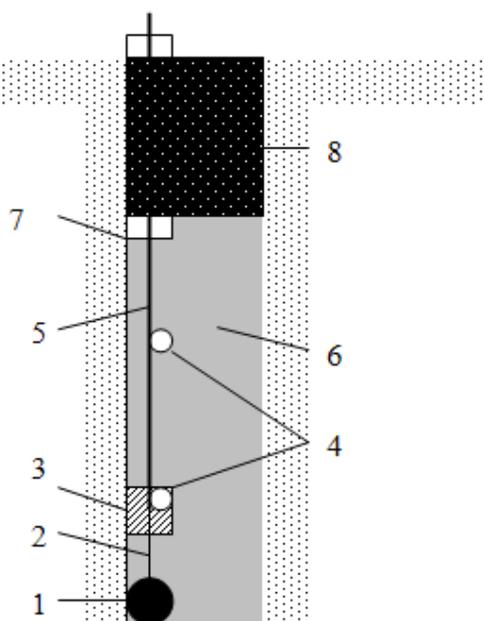


Рис. 3. Постановка измерения скорости детонационной волны в скважине: 1 – груз; 2 – шнур; 3 – боевик; 4 – датчики; 5 – оптический кабель; 6 – ВВ; 7 – защитный рукав; 8 – забойка

Под забойку было отведено 8 м скважинного пространства. Забойка произведена за 2 ч до производства массового взрыва.

Регистрирующая аппаратура размещалась на расстоянии 80 м от устья скважины в защитном кожухе, предохраняющем измерительную технику от камнепада.

Вид полученной в опыте осциллограммы приведен на рис. 4.

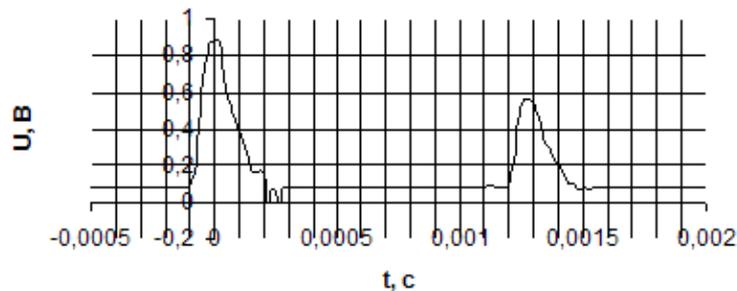


Рис. 4. Осциллограмма натурного опыта

Скорость детонации эмонита по результатам обработки осциллограммы [7] составила величину 4297 м / с (1,28 мс; база 5,5 м), что на 14% меньше заявленной в паспорте. Это, очевидно, связано с технологией заряжания скважины, когда вместе с ВВ в скважину попадает и грунт, буровая мелочь, грязь, что приводит к снижению объемной плотности взрывчатки в скважине, а значит и к уменьшению скорости ее детонации.

Таким образом, для научного обоснования тех или иных гипотез, установления объективных закономерностей между размером среднего куска в развале измельченной взрывом горной породы и удельным расходом ВВ, необходимо вначале пройти путь повышения культуры производства, то есть поднять уровень требований к технологии заряжания скважин и скрупулезного выполнения всех операций этой технологии.

Выводы

Разработана конструкция устройства для определения скорости детонации ВВ на основании волоконно-оптических технологий. Данное устройство защищено патентом Украины № 26057. Лабораторные испытания данного устройства позволили установить, что его ошибка при измерении детонационных процессов не превышает 3 %. Для промышленных исследований разработана соответствующая программа и методика, в соответствии с которой проведены испытания и установлено, что скорость детонации эмонита Н100 в скважине составила 4297 м/с, при паспортных значениях этого параметра 4800-5200 м/с.

Библиографический список

1. Кузнецов В.М. Математические модели взрывного дела / В.М.Кузнецов. – Новосибирск: Наука, 1977. – 260 с.
2. Технологическая оценка минерального сырья. Методы исследования: справочник / под ред. П.Е. Остапенко. – М.: Недра. - 1990. – 264 с.
3. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания. - М.: Недра, 1977. - 173 с.
4. Здешиц В.М., Сидоренко В.Д. Применение волоконно-оптических технологий для контроля качества взрыва и взрывчатых веществ / В.М.Здешиц, В.Д.Сидоренко // Вісник Криворізького технічного університету. - Кривий Ріг, 2005. – Вип. 6. - С. 3 – 9.
5. Здешиц В.М. Розвиток наукових основ та техніки вимірювань параметрів геомеханічних і техногенних процесів в гірничовидобувному регіоні: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук / В.М.Здешиц ; Національний гірничий університет України. - Дніпропетровськ, 2007. – 340с.

6. Пристрій для визначення швидкості детонації вибухових речовин: пат. 26057 Україна, 7 F42B01/00 / Здешиц В.М., Несмашный Е.А., Сидоренко В.Д.; заявл. 4.07.2007; опубл. 27.08.07, Бюл. № 13.

7. Здешиц В.М. Измерение скорости детонации взрывчатых веществ, используемых для разрушения горных пород / В.М.Здешиц, Е.О.Несмашный, В.Д.Сидоренко // Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг, 2008. – Вип. 20. – С. 5-11.

Рукопись поступила в редакцию 27.11.09

В.Д. СИДОРЕНКО, Т.В. ГРУНТОВА, В.М. ЗДЕЩИЦ

ВПЛИВ ВИБУХОВИХ РОБІТ НА ЯКІСТЬ ПІДГОТОВКИ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ

Оцінено вплив взривних робіт з використанням емоніта на подальші етапи переробки залізорудної сировини. Розглянута волоконно-оптична методика вимірювання швидкості детонаційних хвиль свердловинного заряду.

V. SIDORENKO, T. GRUNTOVA, V. ZDESCHITS

THE INFLUENCE OF BLASTING ON THE QUALITY OF THE PREPARATION OF IRON ORE

The influence of blasting using emonit on the subsequent stages of processing iron ore is studied. Fiber-optic technique for measuring the velocity of detonation waves borehole charge is considered.

© В.Д. Сидоренко, Т.В. Грунтова, В.М. Здешиц, 2010