

УДК 622.235.213

**ВЛИЯНИЕ ОБВОДНЕННОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД НА МЕХАНИЗМ ИХ
РАЗРУШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЮ ВЗРЫВНОЙ ОТБОЙКИ**

Ефремов Э.И.
Институт геотехнической механики НАН Украины
Пономарев А.В., Баранник В.В.
ОАО «Докучаевский флюсо-доломитный комбинат»
Бережецкий А.Я.
Госнадзорохрантруда Украины

Введение. Характерная особенность разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом – значительное увеличение глубины карьеров и соответствующий рост объемов добычи обводненных горных пород. Особенно наглядно это просматривается на примере железорудных карьеров Кривбасса и Полтавского ГОКа. Если в

1970 году степень обводненности горных пород на карьерах ИнГОКа и ЮГОКа составлял 32-45 %, то в 2000 г. обводненность возросла до 60-85 %. В настоящее время обводненность железорудных карьеров Кривбасса превысила 90 % (СевГОК и ИнГОК), а Полтавского ГОКа (рис.1) достигла 85 %.

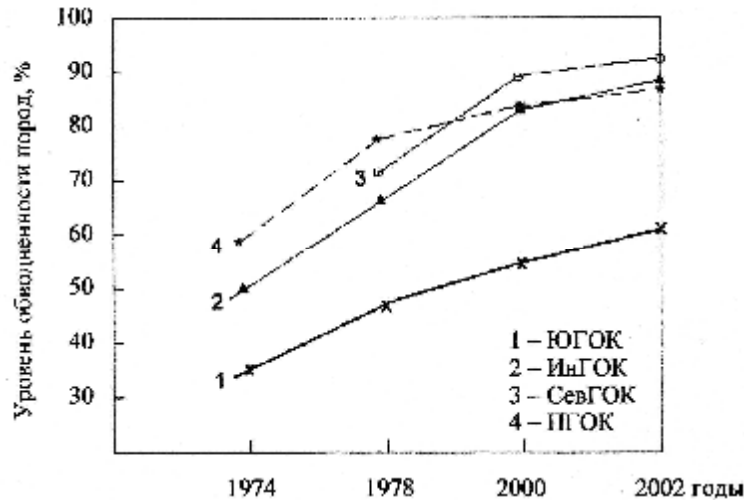


Рисунок 1 – Динамика изменения степени обводненности пород железорудных карьеров Украины

На гранитных карьерах Украины также достаточно высокая степень обводненности горных пород и колеблется от 30 до 90 %. На карьерах по добыче флюсовых известняков и доломитов уровень обводненности горных пород несколько ниже и находится в пределах 10-30 %.

Рост обводненности горных пород на карьерах отрицательно сказывается на эффективности буровзрывных работ, как с позиции качества дробления, так и с позиции экономики процессов взрывной отбойки. В этой связи вопросы выбора типа ВВ, технологии формирования скважинных зарядов и отбойки обводненных горных пород являются весьма актуальными.

Выбор типа ВВ для обводненных горных пород обусловлен крепостью пород, уровнем их обводненности и техническими возможностями: Ассортиментом ВВ, применяемых в Украине, и технологиями формирования зарядов ВВ в обводненных скважинах.

Ассортимент промышленных водоустойчивых ВВ в Украине ограничивается гранулированным тротилом. Его достоинства и недостатки достаточ-

но известны. Более того, этот тип ВВ намечено изъять из обращения в гражданской промышленности по причине высокой вредности (по выбросам вредных газов) и стоимости, которая достигла 7000 грн. и более за тонну.

Из непромышленных ВВ, изготавливаемых на местах производства взрывных работ, наибольшее применение в горнодобывающей промышленности получил акватол (ГЛТ-20), а в последнее время – эмульсионные ВВ типа «Украинит» и анемикс. Стоимость этих ВВ практически в 3 раза ниже, чем гранулотол, а по экологическим показателям они относятся к наиболее безопасным.

Практика ведения взрывных работ с использованием акватола и эмульсионных ВВ до настоящего времени ограничивалась лишь крупными горнодобывающими регионами. Есть опыт и намечается перспектива использования эмульсионных ВВ на мелких карьерах нерудной промышленности.

Значительные объемы отбойки обводненных горных пород приходится на неводоустойчивое ВВ типа граммонит 79/21 и эта тенденция будет сохраняться в будущем благодаря разработкам эф-

фективных технологий формирования скважинных зарядов с использованием водоизоляционных оболочек [1-3].

Таким образом, существующий в Украине ассортимент водоустойчивых ВВ (эмульсионные ВВ и акватор), а также неводоустойчивый граммонит 79/21 в определенной степени способен решать проблему отбойки обводненных горных пород. Вместе с тем, высокая стоимость водоустойчивых ВВ (от 2,5 до 7,0 тыс. грн. за тонну) снижает эффективность взрывного разрушения пород.

Цель работы – исследование особенностей и разработка новой технологии взрывного разрушения обводненных горных пород.

Материал и результаты исследований. Решение проблемы удешевления взрывных работ при отбойке обводненных горных пород средней крепости нам видится в широкомасштабном использовании ВВ простейшего состава типа игданит, Д-5, ПВС-1У и др., стоимость которых в 2-2,5 раза ниже стоимости акваторов и эмульсионных ВВ. Однако, как известно, одним из основных препятствий применения простейших ВВ в обводненных породах является их неводоустойчивость.

Мировая практика располагает различными средствами и технологиями формирования зарядов ВВ простейшего состава при отбойке обводненных горных пород [4-7]. Наибольшее распространение получила технология заряжения обводненных скважин неводоустойчивыми ВВ в полиэтиленовых рукавах с предварительным осушением скважин. Осушение скважин осуществляется погружными насосами, специальными погружными устройствами, взрывным способом, пневмозарядными устройствами и т.д.

В условиях карьеров Кривбасса для откачки воды из скважин использовали специализированные установки УОС-1, УОС-2. НИПИГормашем разработана усовершенствованная установка УОС-250 с использованием насоса непрерывного действия, позволившего вдвое увеличить производительность агрегата. В условиях флюсовых карьеров ДФДК для откачки воды из скважин используется агрегат с усовершенствованным погружным устройством. При этом для откачки воды из одной скважины (столб воды 5-6 м) затрачивается от 3 до 5 мин.

Технология заряжения обводненных скважин на карьерах ДФДК была внедрена в 2004 г. Всего за период внедрения (включительно май месяц 2005 г.) было осушено 987 скважин и при этом сэкономлено 214 тонн граммонита 79/21. С учетом стоимости граммонита и взрывчатой смеси ПВС-1У общий экономический эффект при отбойке обводненных пород простейшими ВВ за указанный период составил свыше 420 тыс. грн.

Однако получение экономического эффекта является обоснованным лишь при решении основной цели взрывных работ: достижение качественного дробления горных пород. Последнее возможно обеспечить при четком понимании особенно-

стей механизма разрушения обводненных горных пород.

Примечательно, что обводненность горных пород оказывает влияние не только на выбор типа ВВ, но на горный массив, изменяя сам механизм действия взрыва на горную породу.

Исходя из основополагающих постулатов, основными разрушающими факторами при взрыве в твердой среде являются ударная волна, с удалением от заряда переходящая в волну напряжений, газообразные продукты детонации и фактор соударения разлетающихся кусков породы. Роль каждого из факторов определяют свойства разрушаемой среды. В трещиноватых блочных массивах основную роль в их разрушении (около 80 %) играют газообразные продукты детонации. Существенный вклад в дробление твердых сред в этом случае вносит эффект соударения отдельностей. В монолитных средах значительно большую роль играют волны напряжений [8].

При взрыве в твердой необводненной среде ударная волна, возникающая при детонации ВВ, вызывает измельчение и уплотнение среды вокруг исходной зарядной полости, что приводит к увеличению ее размеров. При этом скорость продольных волн в заполнителе трещин колеблется от 350 до 700 м/с. При проникновении газообразных продуктов детонации в образованные волной трещины объем зарядной полости увеличивается в несколько раз.

При размещении заряда ВВ в обводненной твердой среде, когда между стенками зарядной полости и зарядом ВВ имеется водный зазор, ударная волна, возникающая при детонации ВВ, сначала воздействует на водный промежуток, в котором она теряет часть своей энергии на нагревание, испарение и вытеснение воды. В обводненном массиве скорость продольных волн в заполнителе трещин составляет 1500 м/с и практически не зависит от типа породы. Испытав преломление на границе, ударная волна переходит в твердую среду, в которой расположена зарядная полость. Как следствие давление на стенки зарядной полости в обводненной среде будет меньше, чем давление на контакте ВВ со стенками полости в сухой среде [9] и удвоения объема зарядной полости не произойдет. В необводненной среде давление непосредственно на стенки исходной зарядной полости в два раза больше, чем в обводненной. Как следствие, размеры зоны переизмельчения и выход мелких фракций в сухой среде выше. Однако, несмотря на то, что в обводненных породах напряжения с удалением от заряда затухают медленнее, чем в сухих, дробление их оказывается хуже. И это связано с ухудшением проникающего действия газообразных продуктов детонации. В то же время, при проникновении газообразных продуктов взрыва в обводненную среду усиливается квазистатическое действие взрыва, что может способствовать увеличению объема отбитой взрывом среды. В сильнотрещиноватых породах влияние обводненности на

дробление массива снижается. В этом случае возможно улучшение дробления, т.к. заполняющая трещины вода задерживает газообразные продукты взрыва в массиве, увеличивая время их действия.

Проверка достоверности предлагаемого механизма действия взрыва в обводненной среде осуществлялась в полигонных условиях при взрывании цементно-песчаных моделей. Эксперимент состоял из двух серий: модели в форме цилиндров с концентрической щелью (рис.2) для замера напряжений пьезоэлектрическими датчиками и модели, собранные из песчано-цементных кубиков (18 штук в каждой сборной модели). Во всех случаях измерялся гранулометрический состав разрушенных моделей. Датчики устанавливали: один – до щели, другой – за щелью. Модель заполнялась водой. Как показали исследования, напряжения, зафиксированные датчиками, размещенными до щели, не зависят от заполнителя щели (вода или воздух). Напротив, датчики, установленные за щелью, зафиксировали то, что напряжения за щелью, не заполненной водой, практически в 2 раза ниже, чем в случае, когда щель заполнена водой. Ситовой анализ разрушенных моделей показал, что масса разрушенной части модели со щелью с водой в 1,26 раза больше массы модели со щелью без воды. Мелких фракций (менее 5 мм) при взрыве модели без воды в 2,7 раза больше, чем при наличии щели, заполненной водой.

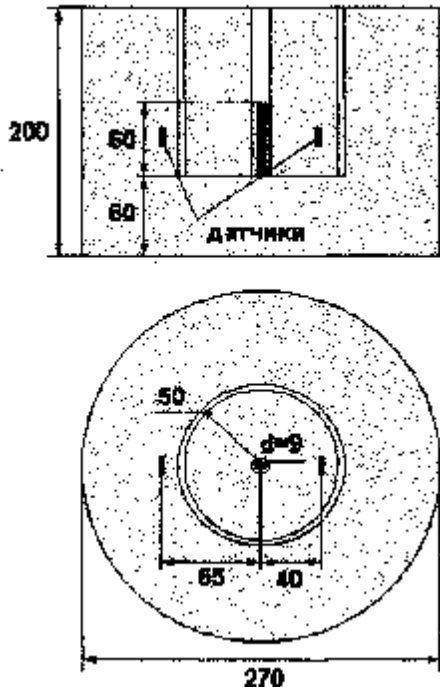


Рисунок 2 – Схема расположения датчиков относительно щели в моделях цилиндрической

Во второй серии экспериментов исследовалось влияние уровня обводненности на качество дробления песчано-цементных моделей. Было установлено, что диаметр среднего куса для сухих моделей составил 11,5 мм, а для обводненных – 32,8, т.е. в 2,85 раза больше. Выход фракции менее 5 мм составил 4,1 % для сухой модели и 1,8 % – для обводненной модели [9].

Выводы. Таким образом, при взрывном дроблении обводненных горных пород увеличивается общий объем разрушения и снижается интенсивность их измельчения, что необходимо учитывать при выборе удельного расхода ВВ при отбойке нерудных полезных ископаемых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галкин В.В. Заряжание обводненных скважин неводоустойчивыми ВВ. Горный журнал, 1980, № 3. – С. 40.
2. Бондаренко Н.М., Ткаченко С.С. Заряжание обводненных скважин неводоустойчивыми ВВ. Горный журнал. – 1988. – № 1. – С. 39-40.
3. Механизированное заряжание взрывных скважин неводоустойчивыми ВВ для дробления обводненных пород /Э.И. Ефремов, В.Д. Петренко, А.И. Чайковский и др. //Металлург. и горнорудная промышленность. – 1989. – № 2. – С. 41-42.
4. Рекламный листок. 10-й Международный семинар «Высокие технологии», США, 2001.
5. Прокопенко В.С. Динаміка формування свердловинних зарядів вибухових речовин у полімерних оболонках //Вісник НТУУ „КПІ”. Серія „Гірництво”: Збірник наукових праць. – Київ: НТУУ „КПІ”. – вип.2. – С. 41-49.
6. Воробьев В.Н., Сабинин С.И., Ткачев В.Б. Машины и оборудование ОАО НИПИГОРМАШ для горнорудной промышленности / Материалы Международной научно-практической конференции «Горное дело-2000 ». – М., 2001. – С. 209-226.
7. Ефремов Э.И., Пономарев А.В., Баранник В.В. Способы подготовки и отбойки обводненных горных пород на карьерах /Сб. научных трудов КТУ, «Разработка рудных месторождений», № 88, Кривой Рог, 2005. – С. 3-7.
8. Разрушение горных пород энергией взрыва /под редакцией Э.И. Ефремова.// – Киев: Наук. думка, 1987. – 264 с.
9. Ефремов Э.И., Никифорова В.А., Баранник В.В. О механизме взрывного разрушения обводненных твердых сред /Сб. научных трудов ИГТМ НАН Украины, «Геотехническая механика», № 50, 2004. – С. 107-114.

Статья поступила 25.08.05 г.
Рекомендовано к печати д.т.н., проф.
Воробйовым В.В.