

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ ОБВОДНЕННЫХ СКВАЖИН НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВЗРЫВА

А. П. Пашков, канд. техн. наук (ННIIОТ)

Наведено результати аналізу процесів підготовки обводнених свердловин до заряджання. Отримано результати досліджень впливу дії вибухів донних зарядів на якість руйнування гірських порід. Встановлено оптимальну глибину перебуру свердловин, осушених вибухами донних зарядів.

Взрывные работы определяют эффективное функционирование горнодобывающей отрасли Украины. Поэтому за последнее десятилетие количество взрывчатых веществ (ВВ), изготавливаемых на местах применения, увеличилось более чем в пять раз. В 2003 г. доля ВВ местного приготовления в общем объеме ВВ составила 52,9 %. В целом ассортимент применяемых ВВ в Украине достаточно широк и состоит в основном из двух групп: гранулитов и граммонитов – для применения в сухих и осушенных скважинах, и водосодержащих, в том числе эмульсионных ВВ (акватола, ифзаниты, украиниты, пауэргели) – для обводненных скважин.

На карьерах США перед заряданием обводненной скважины воду с буровой мелочью всегда удаляют с помощью насосов, установленных непосредственно на зарядной машине, так и на специальных водооткачивающих машинах, обеспечивая опережающее осушение скважин. Обезвоженные скважины заряжают универсальными смесями АС-ДТ с устья скважины через лоток со шнековой подачей, что позволяет формировать сплошную колонку заряда достаточно быстро и в соответствии с проектом. Эмульсионные ВВ, размещенные в колонке заряда, выполняют роль своеобразных промежуточных детонаторов, увеличивающих скорость детонации на участках АС-ДТ до уровня, исключая затухание детонации даже на участках, флегматизированных водой.

Несмотря на значительное количество публикаций, посвященных отбойке обводненных горных пород [1–16], вопросы влияния воды на изменение механизма действия взрыва в твердой среде изучены недостаточно.

Существенно снизить влияние воды и буровой мелочи на колонку заряда позволяет укладка неводоустойчивых (частично водоустойчивых) ВВ в полиэтиленовые рукава [6]. Однако в процессе формирования скважинного заряда могут иметь место порыв рукава, скручивание и зависание зарядов, пережим рукава в скважине. В результате на уровне зеркала воды в скважине образуются “пробки” с ВВ и, как следствие, плохо прорабатывается подошва уступа и увеличивается выход негабарита. Кроме того, исследованиями [7] установлено, что гидроизоляция заряда неводоустойчивых ВВ эффективна только в том случае, когда столб воды в скважине не превышает 3 м.

Исследования показали, что длительность процесса заряжания обводненных скважин в 3–4 раза больше, чем сухих (обезвоженных). Большинство отказов взрывов зарядов ВВ имеют место именно в обводненных скважинах, где формирование колонки заряда через столб воды затруднено вследствие слабой потопляемости гранул ВВ [9].

Целью представленных в данной статье исследований является установление влияния предварительной очистки обводненных скважин от воды и буровой мелочи взрывами донных зарядов на результаты взрыва.

Исследование параметров давления волны сжатия при опережающем разуплотнении трудновзрываемых обводненных пород сводится к изучению взрыва сферического донного микрочаряда ($l_3 \leq 5d_3$) ВВ под столбом воды в скважине. При взрыве такого заряда возникает и распространяется детонационная волна, которая при подходе к поверхности раздела заряд–вода создает в нем волну сжатия, а в продуктах взрыва – волну разрежения (если $\rho_{\text{ВВ}} > 1 \text{ г/см}^3$).

Используя формулы [17], несложно определить, что давление на стенки скважины в зависимости от ее диаметра и параметров донного заряда изменяется в широких пределах. Радиус зоны трещин, возникающих в породе (при массе донного заряда 0,8–1,2 кг), составляет 0,35–0,85 м. Киносъемка процесса взрывания моделей из оргстекла показывает, что до 50 % микротрещин в призабойной зоне скважин формируется до выброса продуктов взрыва. Уменьшение высоты столба воды в скважине в 2 раза ведет к увеличению глубины развития трещин в 1,5 раза.

Исследования на песчано-цементных моделях с добавлением кварцитной мелочи позволили получить качественную оценку разрушающего действия взрыва зарядов с опережающим взрывным осушением скважин и подтвердили теоретические предположения о целесообразности уменьшения глубины перебура скважин до величины, равной 4...6 диаметрам скважины. Материал моделей по своим физико-механическим свойствам соответствовал скальным трудновзрываемым горным породам.

Испытания проводились во взрывной камере при температуре воздуха 20 °С, влажности 50 % и атмосферном давлении 760 мм рт.ст., размер моделей блоков 500×500×350 мм. Диаметр моделируемых скважин составлял 2,5 мм, глубина 170 мм, расстояние между скважинами и между рядами – 60 мм.

Моделирование обводненности трудновзрываемого блока осуществлялось заполнением части скважины водой. Скважины первого, второго и третьего рядов заполнялись соответственно на 30, 70 и 100 мм. В качестве донных зарядов использовались капельки азида свинца с навеской 10, 20 и 40 мг в соответствии с обводненностью скважины. Взрывание донных зарядов осуществлялось с пульта управления сверхскоростной кинокамеры СФР-2М.

Анализ качества осушения скважин донными зарядами показал, что в скважинах первого и второго рядов скважин вода отсутствует, а в скважинах третьего ряда высота столба воды составила 2...5 мм, то есть эти скважины также можно считать сухими.

При последующем взрывании скважин использовался тэн. Контрольные модели разрушались без предварительного взрывного ослабления призабойной зоны скважин и оценивались гранулометрическим составом взорванного материала с помощью ситового метода (табл. 1).

Таблица 1. Гранулометрический состав разрушенного материала при взрывании опытных и контрольных моделей

Модели	Процентный выход фракций дробления, мм					
	+15	10–15	8–10	5–8	3–5	–3
Опытные	0,9	10,7	32,2	28,9	17,5	9,8
Контрольные	8,6	22,5	11,2	12,4	18,8	26,5

При взрывании контрольных моделей четко прослеживается неравномерность дробления: увеличен выход как условно крупнокусковых фракций (10...15 мм) и негабарита (+15 мм), так и мелочи (–3 мм). Переизмельчение вызвано повышенной концентрацией энергии в ближней зоне действия скважинного заряда $(2-4)d_{\text{СКВ}}$, а повышенный выход крупнокусковых и негабаритных фракций – недостаточным временем действия взрыва на среду, в первую очередь, в призабойной зоне скважин.

По аналогичной методике были выполнены экспериментальные взрывы на моделях с целью оптимизации глубины перебура скважин. В качестве критерия для оценки результатов брали процентный выход фракций 3–10 мм. Полученные результаты подтверждают целесообразность уменьшения глубины перебура скважин после их взрывного осушения до $(4-6)d_{\text{СКВ}}$ [20]. Об этом свидетельствуют графики, приведенные на рис. 1 и 2.

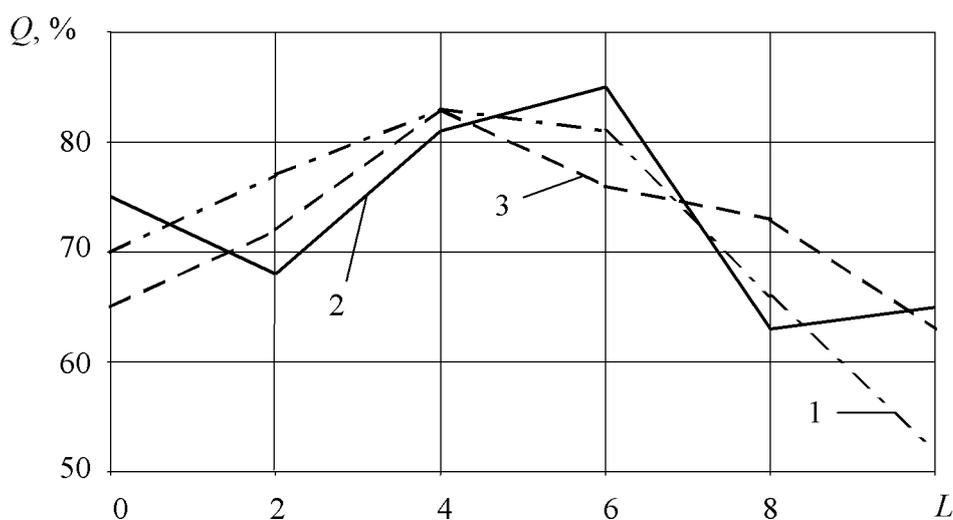


Рис. 1. Выход фракций 3–10 мм Q в зависимости от относительной величины перебура скважин L с интервалом замедления взрыва диагональных секций $\tau = 20$ мкс при мгновенном (1), групповом (2) и порядном (3) взрывании донных зарядов

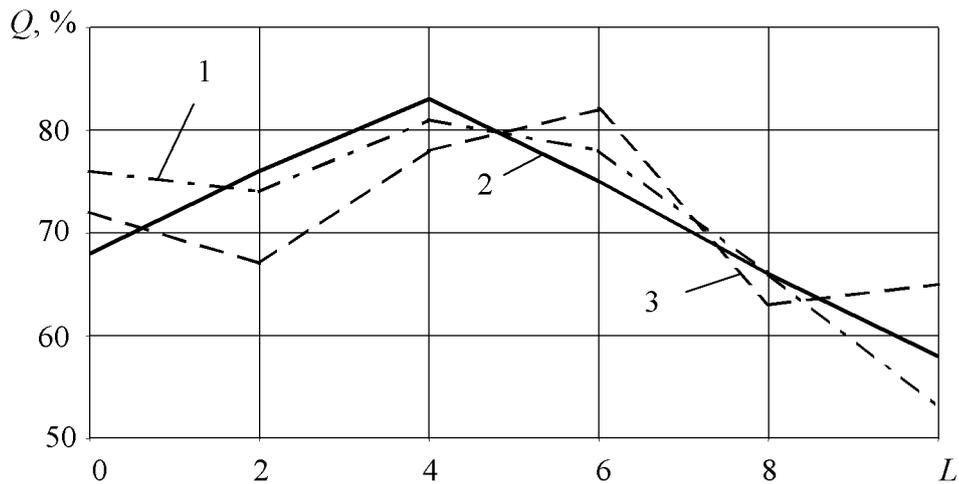


Рис. 2. Выход фракций 3–10 мм Q в зависимости от относительной величины перебура скважин L с интервалом замедления диагональных секций $\tau = 35$ мкс при мгновенном (1), групповом (2) и порядном (3) взрывании донных зарядов

Проведенные лабораторные исследования взрыва донных зарядов в призабойной части обводненной скважины, несмотря на существенные упрощения, показывают, что циклическим нагружением массива с применением гидровзрыва возможно управлять состоянием массива и последующим дроблением трудновзрываемых обводненных пород.

Результаты исследований были проверены в промышленных условиях на карьерах Докучаевского флюсо-доломитного комбината, Кальчикском и Ждановском строительных карьерах, а также на железорудных карьерах ИнГОКа и СевГОКа [18]. Проверка показала высокую эффективность взрывов донных зарядов в обводненных скважинах.

В дальнейших исследованиях будут рассмотрены вопросы влияния проточности обводненных скважин на качество их осушения и подготовку массовых взрывом в целом.

1. Боровиков В. А., Ваганян И. Ф. Моделирование действия взрыва при разрушении горных пород. – М.: Недра. – 1990. – 231 с.

2. Подводные и подземные взрывы: Пер. с англ. / Под ред. В. Н. Николаевского. – М.: Мир, 1974. – 414 с.

3. О взрывном разрушении трещиноватых сред блочного строения в обводненных условиях / Э. И. Ефремов, Н. И. Мячина, С. Н. Родак и др. // Интенсификация процессов разрушения горных пород: Сб. науч. трудов. – К.: Наук. думка. – 1986. – С. 71–73.

4. Лотоус В. В. Математическая постановка задач о моделировании процессов формирования и взрыва скважинных зарядов акватола ТВ в рукавах // Вісник Національного технічного університету України “КПІ”. Серія “Гірництво”: Зб. наук. праць. – К.: НТУУ “КПІ”. – 2003. – Вип. 9. – С. 8–17.

5. Крисін Р. С., Стрілець О. П. Технологія підготовки скельних гірських порід до виймання гетерогенними емульсійними вибуховими речовинами місцевого приготування типу україніт // Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг: Мінерал. – 2004. – № 3. – С. 45–50.

6. Гидроизолированные заряды неводоустойчивых ВВ при взрывах / В. Д. Воробьев, А. И. Крючков, В. С. Прокопенко, И. В. Косьмин // Уголь Украины. – 1998. – № 10. – С. 15–18.

7. Ефремов Э. И. Использование неводоустойчивых взрывчатых веществ при разрушении обводненных горных пород // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 2002. – № 4. – С. 70–72.

8. Физика взрыва / Под ред. Л. П. Орленко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Физматгиз, 2002. – Т. 1. – 832 с.

9. Федоренко П. И., Пашков А. П., Дулякин А. Т. Причины отказов скважинных зарядов на карьерах в обводненных условиях и их предупреждение // Горный журнал. – М.: Недра. – 1991. – № 9. – С. 40–43.

10. Мельников В. П. Метод котловых скважин // Горный журнал. – 1948. – № 12. – С. 32–36.

11. Механическое действие камуфлетного взрыва / А. Н. Бовт, Е. Е. Ловецкий, В. И. Селяков и др. – М.: Недра, 1990. – 184 с.

12. Михалюк А. В., Храмов И. А., Лысюк Н. А. Формирование призабойных зон скважин взрывом. – К.: Техніка, 1986. – 144 с.

13. Кучерявый Ф. И., Лучко И. А. Взрыв и горные технологии. – К.: Наук. думка, 1988. – 160 с.

14. Коул Р. Подводные взрывы. – М.: Ин-т лит., 1951. – 351 с.

15. Ломоносов Г. Г. Методика и практика гидровзрывания на карьерах. – М.: Цветметинформация, 1969. – 46 с.

16. Каркашадзе Г. Г., Таран Н. О., Олименко В. М. Технология буровзрывных работ с предварительным осушением отбойных скважин // Горный журнал. – М.: 2001. – № 8. – С. 29–32.

17. Пашков А. П. Розробка безпечного та ефективного методу вибухової відбійки обводнених гірських порід // Вісник Національного технічного університету України “КПІ”. Серія “Гірництво”: Зб. наук. праць. – К.: НТУУ “КПІ”. – 2003. – Вип. 8. – С. 101–107.

18. Пашков А. П. Разработка способа повышения эффективности взрывной отбойки обводненных горных пород на карьерах: Дис... канд. техн. наук. – Кривой Рог, 1993. – 157 с.