

ОСОБЕННОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ОБВОДНЁННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД И ФОРМИРОВАНИЯ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ РАЗЛИЧНЫМИ ВЗРЫВЧАТЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Обводненість гірських порід в значній мірі впливає на механізм їх вибухового руйнування і економіку вибухових робіт. З метою зменшення витрат на вибухові роботи і їх негативного впливу на навколишнє середовище пропонуються варіанти використання в цих умовах неводостійких вибухових речовин.

PECULIARITIES OF THE ROCK'S BLASTED BREAKING AND FORMING BLASTHOLE CHARGES WITH VARIOUS EXPLOSIVES

Rock's water conditions to a great extent influence on blasted breaking mechanism and economics of blasting. With the purpose of reducing outlag on blasting and their unfavourable effect on surroundings, variants of employment of explosives with low water resistance under such circumstances are proposed.

Фактор обводнённости горных пород в значительной степени влияет как на механизм разрушения пород, так и на технологию формирования скважинных зарядов. Во-первых, при наличии воды изменяются физико-механические и прочностные свойства горных пород [1, 2], что не может не сказаться на характере взрывного их дробления. Во-вторых, обводнённость сказывается на изменении механизма воздействия взрыва на горную породу. И, наконец, обводнённость скважин оказывает принципиальное влияние не только на технологию формирования зарядов, но и на выбор типа ВВ, что сказывается на экономике взрывных работ и экологических последствиях взрыва.

Горные породы в определённых условиях поглощают какое-то оптимальное количество воды. Тип связи воды в различных горных породах может быть физико-механическим, химическим или физико-химическим, что зависит от отношения к воде составляющих её минералов. Существуют породы, которые сильно поглощают воду (гидрофильные), например, глина, и породы, которые почти не впитывают воду (гидрофобные), например, известняки. Большинство горных пород, как полиминеральных агрегатов, содержит, как гидрофильные, так и гидрофобные составляющие, которые по-разному связываются с водой. В зависимости от того, каким образом связана вода в горной породе, изменяется характер зависимости их прочности от содержания воды.

Учет влияния содержания связанной воды на прочностные свойства горных пород необходим для оценки возможного изменения характера взрывного дробления пород. Если в сухих породах основными механизмами воздействия на них взрыва заряда ВВ являются ударная волна, с расстоянием переходящая в волну напряжений, и расширяющиеся продукты детонации, то в обводнённых породах появляются механизмы воздействия на породу, связанные с водой, её смещением и вытеснением. При взрыве заряда в заполненной водой зарядной камере энергия ВВ расходуется на нагревание воды и на увеличение кинетической энергии частиц воды, прилегающих к поверхности, образующейся после

детонации ВВ в газовой полости. При больших скоростях расширения полости возникает ударная волна, которая переходит в породу и производит её предразрушение. Расширяющиеся продукты детонации способствуют проникновению воды в образованные волной напряжений трещины, изменяя характер разрушения породного массива.

Исследования характера разрушения блочных сред на моделях, с учетом степени их обводнённости, показали [3], что дробление водонасыщенных блочных моделей ухудшается, хотя волновое действие взрыва, зафиксированное пьезоэлектрическими датчиками, усиливается. Однако в этом случае ухудшились условия работы газообразных продуктов детонации, что связано с расходом части энергии взрыва на нагрев и смещение частиц воды. При этом значительно снижается роль ударного взаимодействия составляющих породу отдельных частей, что объясняется ослаблением действия газообразных продуктов детонации.

Очевидно, что для сохранения необходимой интенсивности дробления в этом случае требуется некоторое увеличение расхода ВВ. Как следствие, высокие затраты на ведение взрывных работ, обусловленные использованием дорогостоящих водоустойчивых ВВ при отбойке обводнённых пород, еще более возрастают. Выход из создавшегося положения нам видится в использовании в этих условиях неводоустойчивых ВВ простейшего состава. При этом решаются две основные проблемы: снижение затрат на взрывные работы и уменьшение загрязнения окружающей среды.

Вопрос использования неводоустойчивых ВВ при отбойке обводнённых горных пород – один из актуальнейших и решается с переменным успехом во многих странах мира десятки лет. Как следствие, разработаны и внедряются следующие средства и технологии формирования скважинных зарядов из неводоустойчивых ВВ:

- использование гидроизолирующего полиэтиленового рукава при зарядке обводнённых скважин взрывчатыми веществами с плотностью более единицы;

- использование гидроизолирующего полиэтиленового рукава при зарядке частично обводнённых скважин без насыщения заряда неводоустойчивых ВВ концентрированным раствором аммиачной селитры и с насыщением заряда в процессе его формирования в скважине;

- использование гидроизолирующего полиэтиленового рукава с целью формирования скважинного заряда ВВ после осушения скважины;

- пневматическое зарядание обводнённых скважин неводоустойчивыми ВВ в гидроизолирующие рукава, размещенные в скважинах;

- предварительное осушение обводнённых скважин и формирование зарядов из неводоустойчивых ВВ со специальной добавкой, создающей при контакте с водой водоотталкивающую эмульсию по внешней контуре скважинного заряда.

Таким образом, в подавляющем числе известных вариантов применения неводоустойчивых ВВ при зарядке обводнённых скважин используют рукава

из полиэтиленовой плёнки. Заметим, что в качестве недостатков такого способа формирования скважинных зарядов приводят вероятность порывов рукавов, усложнение технологии зарядания и дополнительные затраты на приобретение полиэтиленовых рукавов.

Нам представляется, что выбор способа формирования скважинных зарядов из неводоустойчивых ВВ в обводнённых породах, кроме технических возможностей, должен осуществляться с учетом уровня обводнённости скважин.

Безусловно, что наиболее простым решением проблемы был бы вариант опускания рукава в скважину и дозированное заполнение рукава гранулированным (сыпучим) ВВ. И в этом плане уже выполнено большое количество работ. Однако при всей кажущейся простоте, такая технология не получила широкого применения. А причина в том, что сыпучие гранулированные неводоустойчивые ВВ типа граммонит 79/21, игданит, гранулит АС-4, КС -1, ПВС-1У, Д-5 и др. имеют плотность менее единицы и их погружение в обводнённую скважину (в рукаве) весьма затруднено.

Наиболее успешными и распространёнными оказались варианты зарядания обводнённых скважин неводоустойчивым граммонитом 79/21. В частности, на предприятии «Кривбассвзрывпром» была разработана и освоена технология зарядания ВВ, основанная на получении суспензии гранулированного ВВ в насыщенном растворе аммиачной селитры и помещении её в полиэтиленовый рукав, опущенный на всю глубину обводнённых скважин [4,5]. Несколько позже в условиях Полонского гранитного карьера был испытан способ зарядания обводнённых скважин, разработанный в ИГТМ НАН Украины, когда ВВ смешивалось с водой в определённом соотношении в усовершенствованном дозаторе и подавалось в полиэтиленовый рукав, размещенный в скважине [6].

В последние годы при зарядании обводнённых скважин неводоустойчивым граммонитом 79/21 в полиэтиленовые рукава достаточно активно используют метод, предусматривающий увеличение плотности сыпучих ВВ в процессе погружения рукава с ВВ в скважину. С этой целью в нижней части рукава проделывают отверстия, через которые в рукав с ВВ поступает вода, растворяя часть аммиачной селитры [7], что способствует повышению плотности заряда ВВ и его потоплению в обводнённой скважине.

Однако, рассмотренные выше способы формирования скважинных зарядов в обводнённых породах неприемлемы при использовании простейших ВВ, состоящих из аммиачной селитры (окислителя), а также жидких и твердых горючих компонентов (дизельное топливо, угольный порошок, железорудный концентрат и др.), а именно: игданит, Д-5, КС-1, ПВС-1У и др. С учетом высокой стоимости граммонита 79/21 и необходимости сокращения объёмов использования тротилосодержащих ВВ, разработка и широкое внедрение технологии зарядания неводоустойчивыми ВВ простейшего состава обводнённых скважин приобретает особое значение.

В связи с тем, что плотность гранулированных ВВ простейшего состава менее единицы, наиболее приемлемым вариантом их использования в обводнённых породах является предварительное осушение скважин, размещение поли-

этиленового рукава в скважине и заполнение последнего неводоустойчивым ВВ. Такой способ является одним из основных при ведении взрывных работ в зарубежной практике, чему способствует наличие высокопроизводительных насосных установок, например, компании «Legra engineering» (Австралия), способных с высокой производительностью (300-600 л/мин) осушать скважины глубиной 20-85 м [8].

Оригинальный способ предложен фирмой Adtec – взрывчатое ВВ WR-ANFO, в котором используется специальный компонент. Обводнённую скважину осушают и заполняют ВВ. При контакте с водой, поступающей из породного массива, специальный компонент ВВ образует водоотталкивающую эмульсию по внешнему контуру заряда и препятствует растворению неводоустойчивого ВВ.

К сожалению, мы не располагаем высокопроизводительными насосами подобного типа, а тем более специальными ВВ с водоотталкивающими свойствами. В этой связи мы вынуждены искать другие решения.

Практика ведения взрывных работ при отбойке обводнённых горных пород показала, что скважины с низкой степенью обводнённости (столб воды 2-3 м) возможно заряжать с использованием полиэтиленовых рукавов без откачки воды из скважины. При столбе воды в скважине более 2 м, когда в процессе заполнения рукава ВВ вытесняемая вода поднимается по скважине, вода может пережать рукав и колонка ВВ будет разорвана. В дальнейшем, по мере засыпки ВВ, рукав «сминается», образуется прослойка из полиэтилена между отдельными частями заряда ВВ. С точки зрения надежности передачи детонации это не опасно, однако возникает опасность прекращения детонации в детонирующем шнуре (ДШ) при его изгибе на этом участке заряда. Для проверки технологии заряжания скважин с различным уровнем обводнённости нами были выполнены стендовые испытания в лабораторных условиях (табл.1).

Таблица 1 – Характер изменения величины погружения заряда ВВ в зависимости уровня воды и диаметра полиэтиленового рукава

Показатели	Величина погружения рукава с ВВ (см) при массе заряда, кг									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр полиэтиленового рукава 125 мм										
Столб воды 20 см	4	8	13	15	18	20	–	–	–	–
Столб воды 30 см	5	9	13	16	20	24	28,5	30	–	–
Столб воды 40 см	5	9	13	16	20	24	28	32	37	40
Диаметр полиэтиленового рукава 130 мм										
Столб воды 20 см	3	9	11	15	17	19	20	–	–	–
Столб воды 30 см	4	6	8	10	14	18	20	25	30	–
Столб воды 40 см	4	8	12	15	18	20	23	26	31	38

Стендовые испытания проводились с использованием прозрачных труб из оргстекла диаметром 150 мм. В качестве «ВВ» была принята гранулированная аммиачная селитра, которую в рукав засыпали порциями 0,5-1,0 кг. Процесс погружения рукава с «ВВ» фиксировался на фотоплёнку.

Как видно из приведенных результатов, масса «ВВ» в рукаве при полном его погружении в скважину превышает массу воды в скважине. Причем, соотношение масс ВВ и воды зависит не только от уровня воды в скважине, но и от величины зазора между стенкой скважины и зарядом (оболочкой с ВВ). Чем больше этот зазор, тем меньше требуется ВВ для полного погружения заряда в скважине.

Если при соотношении диаметра рукава и скважины 0,85 полное погружение заряда в скважину произошло, когда масса заряда превышала массу вытесненной воды (столб воды в скважине 200 мм) в 1,5 раза, то при соотношении диаметра рукава и скважины равном 0,67 отношение массы заряда к массе воды составило всего 0,62.

Однако стендовые испытания подтвердили то, что при высоте воды в скважине более 2,5-3,0 метров процесс заряжания неводоустойчивых ВВ в монолитных породах (минимальная фильтрация массива) практически невозможен без пережимов рукава и разрыва сплошности скважинного заряда. При этом возможны порывы полиэтиленовых рукавов, и даже отказы детонации ВВ.

На наш взгляд, реальное решение проблемы заряжания обводнённых скважин неводоустойчивыми ВВ простейшего состава возможно двумя путями: предварительным осушением скважин и последующим заряжением скважин ВВ в полиэтиленовые рукава, а также пневматическим заряжением ВВ в полиэтиленовые рукава, в процессе которого вода вытесняется из скважины. Промышленные испытания подтверждают их несомненную перспективность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Онищенко Ю.А. Влияние влаги на свойства осадочных горных пород. – Уголь Украины, 1964, № 4. – С. 20-23.
2. Ставрогин А.Н., Протесеня А.Г. Механика деформирования и разрушения горных пород. М.: Недра, 1992. – С. 166-204.
3. О взрывном разрушении трещиноватых сред блочного строения в обводнённых условиях / Э.И. Ефремов, Н.И. Мячина, С.Н. Родак и др. – Сб. научн. Трудов «Интенсификация процессов разрушения горных пород». – Киев, Наук. Думка, 1986. – С. 71-73.
4. А.с. 1422775 СССР, 1986. Способ заряжания обводнённых скважин неводоустойчивыми ВВ / Э.И. Ефремов, Е.В. Ворожейин, С.С. Ткаченко.
5. Перегудов В.В., Колодяжный В.А., Ткаченко С.С. Применение неводоустойчивых ВВ при заряжении обводнённых скважин. – Горный журнал, 1989, № 3. – С. 11.
6. Механизированное заряжение взрывных скважин неводоустойчивыми ВВ для дробления обводнённых пород / Э.И. Ефремов, В.Д. Петренко, А.И. Чайковский и др. – Металлургическая и горнорудная промышленность, 1989, № 2. – С. 41-42.
7. Прокопенко В.С. Динаміка формування свердловинних зарядів вибухових речовин у полімерних оболонках // Вісник НТУУ „КПІ”. Серія „Гірництво”: Збірник наукових праць. Вип.2, 2001.– С.41-49.
8. Осушение скважин сэкономит ваши деньги и время. Рекламный листок. Компания «Legra», 2000.