Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVII, вып. 1, 1969 г.

ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗАРЯДОВ ОКОНТУРИВАЮЩИХ ШПУРОВ ПРИ ПРОХОДКЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

В. Д. Фисунов

Практика сооружения вертикальных стволов буровзрывным способом в условиях комбината „Ростовшахтострой" показывает, что совершенствование параметров буровзрывных работ позволяет уменьшить отклонение фактических сечений от проектных. Вместе с тем это не сопровождается уменьшением неровностей породных стенок ствола, а разрушение пород в обнажениях остается еще значительным.

Визуальные наблюдения, проведенные в 1966—1967 гг. при проходке скипового ствола 2 шахты 2 им. Артема и восточного вентиляционного ствола шахты „Южная" 2, показали, что на расстоянии 150—300 *мм* от контура сечения порода разбита продольными *1*, поперечными *3* и кососекущими *4* трещинами (рис. 1). Трещины *1*, *3* и отслоения *2* создают благоприятные условия для образования новых вывалов. Можно предположить, что сплошные колонковые заряды, сконцентрированные в донной части шпуров, способствуют переборам, отслоениям и вывалам породы в этой зоне. При такой конструкции заряда в оконтуривающих шпурах энергия взрыва распределяется по длине шпура неравномерно. При этом наблюдаются разрушения, переизмельчение пород в нижней части и неравно-



Рис. 1. Поверхность породного обнажения в стволе при обычном способе взрывания.

мерный отрыв по естественным или вновь образовавшимся трещинам в верхней части шпура. Контурное взрывание способствует снижению переборов породы и дополнительного разрушения породных обнажений. Качество оконтуривания при этом способе определяется весом и конструкцией заряда.

Конструкция заряда должна обеспечивать снижение пикового давления газов взрыва, увеличение продолжительности их действия на породу и повышение полезного использования энергии ВВ созданием зазора между зарядом и стенкой шпура и рассредоточения заряда по его длине [2].

А. Н. Ханукаев [3] с позиций волновой теории по результатам экспериментальных исследований установил, что наличие радиального зазора, заполненного воздухом, водой, пульпой, песком существенно изменяет характер воздействия взрыва, уменьшая объем местных разрушений. Вместе с тем В. А. Боровиковым [1] показано, что объем разрушений и равномерность отрыва по глубине шпура достигают максимума при некоторой оптимальной величине радиального зазора.

При оптимальных зазорах снижается интенсивность ударной волны [1, 3], а, следовательно, сокращается и зона пластических деформаций в районе заряда. При этом наблюдается развитие и слияние трещин между оконтуривающими шпурами и обнаженной отбойными шпурами поверхностью, которые предопределяют характер разрушения на контуре выработки. Величину радиальных зазоров принято характеризовать отношением радиуса шпура $R_{шп}$ к радиусу заряда R_0.

В условиях проходки вертикальных стволов уменьшение переборов и повышение устойчивости породных обнажений может быть достигнуто применением таких конструкций зарядов с радиальными зазорами, которые обеспечивают минимальное развитие трещин в приконтурном массиве пород.

С этой целью в шахтных условиях путем экспериментальных взрывов для оконтуривающих шпуров автором были определены оптимальные интервалы замедления, линия наименьшего сопротивления и вес заряда с учетом расположения шпуров со стороны восстания и падения пород (табл. 1).

Таблица 1

Основные параметры контурного взрывания

Породы, крепость	Интервал замедления, *мсек*	Линия наименьшего сопротивления (л.н.с.), *м*	Вес заряда, *кг* со стороны	
			восстания	падения
Сланцы глинистые и песчано-глинистые, f=4—6	50	0,65	0,900	1,150
Сланцы песчаные и песчанистые, f=7—9	50—75	0,60	1,150	1,400
Песчаники, f=10—14	75—100	0,50	1,400	1,650

Оптимальные условия образования обнаженной поверхности перед взрывом зарядов оконтуривающих шпуров создаются при интервалах замедления для этих зарядов 50—100 *мсек* и л. н. с. 0,50—0,65 *м*.

Эффективность конструкции заряда определялась по величине перебора на 1 *м* ствола, коэффициенту использования шпура (К. И. Ш.), следам шпуров и состоянию породного обнажения в стволе, оценивавшегося визуально и фотографированием. Исследования проводились при проходке восточного вентиляционного ствола шахты „Южная“ 2

методом последовательного оконтуривания в сланцах и песчаниках (табл. 2). Диаметр ствола в свету 5,0 *м*.

Таблица 2

Параметры оконтуривающих шпуров

Породы	Глубина шпуров, *м*	Расстояние между шпурами, *м* со стороны		Расстояние до проектного контура, *мм* со стороны		Число шпуров со стороны	
		восстания	падения	восстания	падения	восстания	падения
Сланцы глинистые и песчано-глинистые, f=4—6	2,40	0,70	0,65	150	100	12	14
Сланцы песчаные и песчанистые, f=7—9	2,40	0,65	0,60	100	50	13	15
Песчаники, f=10—14 . . .	2,40	0,60	0,55	100	50	14	16

В качестве ВВ применялся скальный аммонит № 1 в патронах диаметром 32 и 36 *мм*. Шпуры бурились диаметром 53—52 *мм* в сланцах и 51 *мм* в песчаниках; величина рассредоточения заряда соответственно составляла 150 и 100 *мм*, сохраняясь постоянной во всех экспериментальных взрывах. Для обеспечения рассредоточения зарядов между их частями помещались глинопесчаные „пыжи" диаметром 15—20 *мм*, а радиальный зазор заполнялся песком и гранулированным шлаком. При заполнении радиального зазора водой применялись деревянные бруски сечением 15×15 *мм*.

Экспериментальные взрывы в стволе проводились при $\frac{R_{шп}}{R_0}$ в сланцах 1,45; 1,47; 1,63; 1,66 и в песчаниках 1,42; 1,60. Вдоль заряда для большей надежности детонации прокладывался детонирующий шнур.

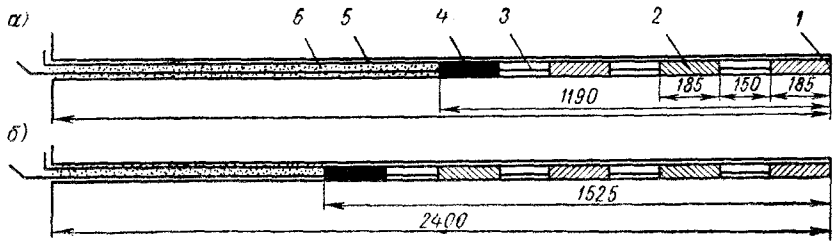


Рис. 2. Конструкция рассредоточенного заряда с радиальным зазором для сланцев крепостью f=7—9; *а*—со стороны восстания; *б*—со стороны падения пород:

1—патрон ВВ 45 *мм*; *2*—патрон ВВ 36 *мм*; *3*—промежуток рассредоточения; *4*—патрон-боевик 36 *мм*; *5*—детонирующий шнур; *6*—забойка (песок, вода, гранулированный шлак с водой).

Для получения сопоставимых результатов заряды различных конструкций взрывались в одинаковых горногеологических и технических условиях (рис. 2). Анализ результатов (табл. 3) показывает, что применяемые при проходке стволов сплошные колонковые заряды не всегда рациональны: переборы породы еще остаются значительными (1,70—4,2 $м^3$ на 1 *м* ствола), а К. И. Ш.—наименьший из всех конструкций зарядов и составляет 0,815—0,885. Применение рассредоточенных зарядов с радиальными зазорами обеспечило снижение переборов на 1 *м* ствола до 0,75—0,20 $м^3$ и способствовало повышению К. И. Ш. до 0,885—0,945. Значительное влияние на качество оконтуривания оказывают величина радиального зазора и заполняющий

Таблица 3

Результаты исследования конструкций зарядов

Породы	Радиальный зазор, $\frac{R_{шп}}{R_0}$	Материал, заполняющий радиальный зазор	Величина перебора на 1 м ствола, м³		К. И. Ш.		Состояние обнажения	
			до эксперимента	после эксперимента	до эксперимента	после эксперимента	до эксперимента	после эксперимента
Сланцы глинистые и песчано-глинистые, f=4—6	1,47	песок	3,6	0,45	0,815	0,870	Разбита трещинами	Поверхность шероховатая, отдельные следы шпуров есть
		вода	4,2	0,75	0,83	0,875	Неровная	Поверхность ровная, все следы шпуров есть
		гран. шлак с водой	3,6	0,5	0,85	0,90	То же	То же
	1,66	песок	1,7	0,34	0,82	0,88	Имеет меньше неровностей	Поверхность шероховатая, отдельные следы шпуров есть
		вода	4,0	0,63	0,84	0,915		Поверхность ровная, все следы шпуров есть
		гран. шлак с водой	1,85	0,31	0,856	0,923		То же
Сланцы песчаные и песчанистые, f= =7—9	1,45	песок	3,9	0,36	0,825	0,89	Разбита трещинами	Поверхность шероховатая, отдельные следы шпуров есть
		вода	2,8	0,57	0,850	0,925	То же	То же
		гран. шлак с водой	3,9	0,43	0,860	0,910	Неровная	Поверхность ровная, все следы шпуров есть
	1,63	песок	1,7	0,38	0,85	0,89	Имеет меньше неровностей	То же
		вода	3,4	0,70	0,87	0,93		
		гран- шлак с водой	1,96	0,24	0,885	0,945		
Песчаники, f= =10—14	1,42	песок	2,76	0,47	0,850	0,895	Имеет отслоения, трещины	Поверхность шероховатая, отдельные следы шпуров есть
		вода	3,5	0,82	0, 875	0,930	То же	То же
		гран. шлак с водой	2,76	0,32	0,83	0,935	Неровная	Поверхность ровная, все следы шпуров есть
	1,60	песок	1,70	0,35	0,80	0,885	Имеет меньше неровностей	Поверхность шероховатая, отдельные следы шпуров есть
		вода	3,10	0,76	0,855	0,920		Поверхность ровная, все следы шпуров есть
		гран. шлак с водой	1,70	0,20	0,870	0,940		То же

его материал. При $\frac{R_{шп}}{R_0}$ = 1,42 – 1,47 и радиальном зазоре, заполненном водой, наблюдается местное нарушение сплошности пород вблизи зарядов в виде продольных и поперечных трещин и незначительных отслоений, но общее состояние обнажения по контуру сечения ствола удовлетворительное. Известно, что параметры преломленной из воды в породу волны в этом случае максимальны и вызывают местное разрушение вблизи зарядной камеры [1]. Для предотвращения такого явления необходимо увеличивать радиальный зазор, применяя ВВ уменьшенного диаметра (20—28 *мм*). При том же радиальном зазоре, но заполненном гранулированным шлаком с водой в одинаковых горно-геологических условиях, поверхность обнажений оказывается более ровной (с меньшим числом выступов и впадин). При $\frac{R_{шп}}{R_0}$ = 1,60—1,66 и радиальном зазоре, заполненном водой или гранулированным шлаком с водой, качество оконтуривания значительно улучшается. На поверхности породного обнажения четко прослеживаются следы шпуров *1*, значительно сокращается число выступов и впадин и отсутствуют видимые трещины (рис. 3). Поверхность обнажения практически гладкая. Имеющиеся в отдельных местах отслоения *2* и шероховатости приурочены к естественным трещинам и плоскостям скольжения.



Рис. 3. Поверхность обнажения песчаного сланца:
f = 7 – 9 при $\frac{R_{шп}}{R_0}$ = 1,63.

При радиальных зазорах, заполненных песком, в крепких породах К. И. Ш. и качество оконтуривания хуже, так как в этом случае условия взрывания близки к плотному заряжанию.

Выводы

1. Доказана возможность применения при контурном взрывании в вертикальных стволах зарядов с воздушными и водяными радиальными зазорами.

2. Установлена тенденция роста основных показателей взрыва и качества оконтуривания при радиальном зазоре, равном соответственно для воздуха 1,42 и воды 1,66.

3. В условиях проходки вертикальных стволов эффективным является радиальный зазор, заполненный водой или гранулированным шлаком с водой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков В. А. Исследование влияния условий взрывания заряда на процесс разрушения и пути повышения использования энергии ВВ. Автореферат канд. диссертации. ЛГИ, 1965.

2. Мельников Н. В., Марченко Л. Н. Энергия взрыва и конструкция заряда. Недра, 1964.

3. Ханукаев А. Н. О влиянии радиальных зазоров и воздушных промежутков на параметры волны напряжений и процесс разрушения. В сб. „Взрывное дело" № 54/11. Недра, 1964.