А.А.ЕРЕМЕНКО
ИГД СО РАН, Новосибирск, Россия
И.В.МАШУКОВ
ВостНИГРИ, Новокузнецк, Россия
Г.П.ЕРМАК, С.В.ФЕФЕЛОВ
Абаканское РУ ОАО «ЗСМК», Абаза, Россия

КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОТБОЙКИ РУДНОГО МАССИВА СОВМЕСТНО КОНЦЕНТРИРОВАННЫМИ И ПУЧКОВЫМИ ЗАРЯДАМИ

На рудниках Сибири проведены испытания и начато промышленное освоение комбинированной технологии отбойки горного массива с применением вертикальных концентрированных зарядов (ВКЗ) и пучковых скважинных зарядов.

В качестве зарядной полости используется восстающая выработка, пройденная буровзрывным способом, т.е. эти заряды относятся к камерным. Конструктивная особенность камерных зарядов заключается в том, что зарядная полость в них изолирована от окружающих выработок в нижней части раздробленной горной массой, оставленной при проведении восстающей выработки, а в верхней части – породным целиком. Благодаря такой конструкции газообразные продукты детонации действуют в нижней части на забойку, которая находится на почве выработки, горная масса забойки уплотняется, давление газов заряда передается на массив и вынос материала забойки из заряда не происходит. В верхней части заряда газообразные продукты детонации удерживаются оставленным целиком горного массива. Поэтому газообразные продукты детонации длительное время находятся в зарядной полости и воздействуют на окружающий массив вплоть до разрушения. Известно, что наличие забойки в шпуровых и скважинных зарядах увеличивает эффективность взрыва на 20-30 %, а при использовании простейших составов ВВ в 1,5-2 раза. Это достигается за счет инерционного противодействия массы забойки и ее распора в зарядной полости. Удерживающая способность забойки в этих зарядах исчисляется до 10 мс. При производстве массовых взрывов в подземных условиях забойку скважинных зарядов не производят, поэтому КПД взрыва заряда ВКЗ значительно выше КПД скважинного и минного зарядов.

На основе опыта применения зарядов ВКЗ на рудниках Криворожского бассейна с подэтажным размещением и отбойкой для системы разработки с массовым обрушением блоков на всю высоту этажа сотрудниками ВостНИГРИ и ИГД СО РАН совместно с работниками рудников разработана технология отбойки руды зарядами ВКЗ и пучками скважинных зарядов на всю высоту этажа.

По этой технологии заряды ВКЗ располагаются в центре блока и взрываются последними ступенями замедления после взрыва пучковых скважинных зарядов и образования массива столбообразной формы, создающегося в процессе короткозамедленного взрывания. Предложенная схема расположения зарядов и очередность их взрывания повышают эффективность дробления ВКЗ, так как разрушение массива столбообразной формы от заряда происходит во все стороны в отличие от действия заряда на одну свободную поверхность. Образованные во время короткозамедленного взрывания поверхности обеспечивают также снижение сейсмического воздействия от мощных концентрированных зарядов.

По геометрическим размерам заряд ВКЗ, расположенный в восстающей выработке на всю высоту этажа, является удлиненным и эффективность его выше сосредоточенного заряда за счет уменьшения непроизводительного расхода энергии взрыва в ближней зоне и рационального разрушающего воздействия на обрушаемый массив.

Экономическая эффективность применения технологии отбойки зарядами ВКЗ обеспечивается за счет сокращения объемов бурения скважин, уменьшения подготовительно-нарезных выработок, сокращения сроков подготовки блоков, снижения потерь скважин и отработки аварийных блоков.

Промышленные испытания технологии отбойки руды зарядами ВКЗ на всю высоту этажа совместно с зарядами пучков параллельно-сближенных скважин проведены при обрушении четырех блоков на шахте Абаканского РУ и по одному блоку на Шерегешском РУ и Таштагольском руднике (см. таблицу и рисунок). Общий объем обрушенной горной массы составляет 3 млн т, из которых 735 тыс.т (24,5 %) отбито зарядами ВКЗ. Общая масса ВВ на взрыв 1672 т, в том числе в зарядах ВКЗ 573,5 т. Всего было использовано 23 заряда ВКЗ.

Параметры буровзрывных работ и технико-экономические показатели при комбинированной отбойке блоков зарядами ВКЗ совместно с пучками скважин на Абаканском и Таштагольском рудниках

Показатель	Абаканский рудник				Таштагольский рудник (блок 32)
	Блок 7	Блок 1	Блок 5	Блок 3	
Объем обрушенной рудной массы, тыс.т	644,2	127,2	463,4	963	338
В том числе ВКЗ	190	38,7	100	253	103,1
Общее количество ВВ на взрыв, т	372	96	244	504	182,5
В том числе в ВКЗ	144	53	73	185	56,7
Удельный расход ВВ на отбойку, кг/т	0,577	0,754	0,527	0,524	0,54
В том числе:					
ВКЗ	0,759	1,37	0,730	0,730	0,55
Пучковые заряды	0,501	0,485	0,471	0,450	0,55
Количество ВКЗ	4	2	3	11	2
Линия наименьшего сопротивления, м	8-9	7-8	7-4	7-8	10
Удельный расход ВВ на вторичное дробление, г/т	71	112	63	62	40
Сокращение объемов бурения, м	11899	2659	5888	15822	7392
Экономия по скважинам, тыс.руб.	535	120	265	743	457
Сокращение объемов подготовительных выработок, $м^3$	-	395	-	1231	-
Экономия от сокращения объемов выработок, тыс.руб.	-	86	-	267	-
Затраты на проведение восстающих выработок, тыс.руб.	93	36	66	316	143
Увеличение расхода ВВ, т	49	34	26	58	0
Затраты на увеличение расхода ВВ, тыс.руб.	131	91	69	166	0
Общая экономия по технологии отбойки:					
тыс.руб.	311	79	130	556	304
руб./т	0,48	0,62	0,28	0,58	0,90

Удельный расход ВВ в блоках в пучковых скважинных зарядах составил от 0,470 до 0,577 кг/т, удельный расход ВВ в зарядах ВКЗ 0,730-1,37 кг/т. При получении положительных результатов по дроблению горной массы удельный расход был снижен до 0,545 кг/т (на Таштагольском руднике). Масса зарядов ВКЗ составляла от 8 до 62 т. Массу от 20 до 30 т имели 11 зарядов (48 %), от 12 до 20 т – шесть (26 %).

Блоки 7 и 5 на Абаканском РУ были обрушены с применением зарядов ВКЗ после возникновения в них аварийной ситуации со значительным смещением горного массива в сторону обрушения. Интенсивное смещение горного массива, достигавшее 7-8 мм/сутки, не позволило произвести повторное обуривание блоков. Поэтому для исключения потерь руды в блоках было решено разместить в районе сдвижения горного массива заряды ВКЗ, выполненные по пучкам параллельно-сближенных скважин. Применение зарядов ВКЗ в аварийных блоках позволило выпустить руду без потерь, получить дробление руды на уровне средней величины по шахте и уменьшить затраты на восстановительные работы на перебуривание скважин.

Применение технологии отбойки в условиях высокого горного давления обеспечивает снижение потерь скважин и объемов повторного обуривания при восстановительных работах.

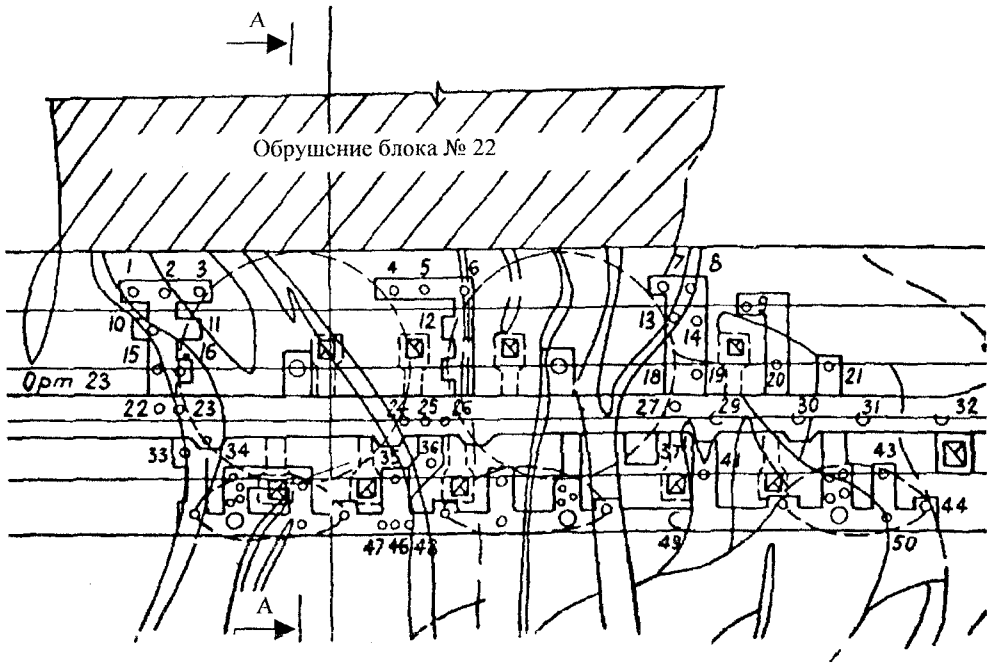
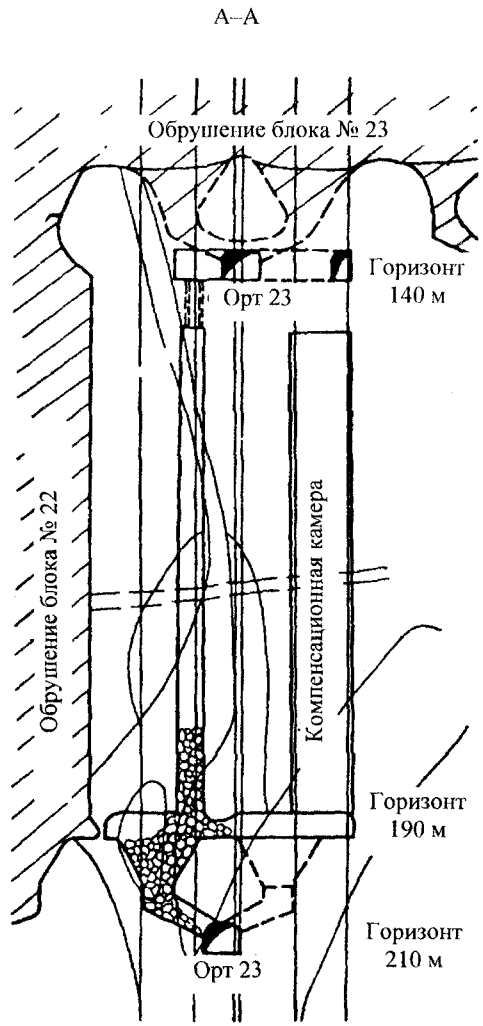


Схема отработки блока № 23 в этаже 210-140 м Таштагольского рудника с отбойкой массива зарядами ВКЗ совместно с пучками скважин
1-50 – номера скважинных зарядов



По результатам проведенных массовых взрывов определено, что сейсмическое воздействие зарядов массой до 40 т ВВ при равномерном распределении по высоте блока и взрывании последними ступенями замедления находится на уровне воздействия пучковых скважинных зарядов. Выброс горной массы в выработки несколько превышает объем выброса от пучковых скважинных зарядов.

При пневмозаряжании зарядов ВКЗ существенно снижается запыленность атмосферы рабочей зоны оператора, в 2-3 раза увеличивается производительность заряжания по сравнению с заряжанием скважин, уменьшается расход средств взрывания при коммутации зарядов ВКЗ, упрощается схема взрывания и повышается надежность ее срабатывания и безопасность монтажа.

Удельный расход ВВ на выпуске руды из опытных блоков не превышал среднего значения по блокам с аналогичными горно-техническими условиями. Это указывает на высокий энергетический потенциал зарядов ВКЗ, значительная часть которого расходуется на смещение и переуплотнение раздробленной горной массы, что определяет возможность снижения массы ВВ в зарядах ВКЗ.

Опытно-промышленными испытаниями определены практическая целесообразность и эффективность применения технологии отбойки горного массива крепких железных руд зарядами ВКЗ совместно с пучковыми скважинными зарядами.

Экономическая эффективность применения технологии отбойки горного массива зарядами ВКЗ обеспечивается за счет сокращения объемов бурения скважин на 20-30 %, уменьшения подготовительно-нарезных выработок на 10-15 % и с учетом увеличения расхода ВВ составляет 0,3-0,6 руб./т отбитой руды и достигает 0,9 руб./т без увеличения расхода ВВ.

В качестве направлений дальнейшего совершенствования технологии отбойки зарядами ВКЗ определены следующие:

- разработка технологии проведения восстающих выработок малого сечения;
- применение в зарядах ВКЗ простейших составов ВВ, изготовленных на местах применения;
- разработка эффективных конструкций заряда ВКЗ с равномерным распределением ВВ по высоте;
- отработка технологии формирования зарядов;
- определение оптимальной величины удельного расхода ВВ в зарядах ВКЗ.