

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПРИБОРТОВЫХ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УДАЧНОГО ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

В настоящее время отработка Удачного месторождения производится открытым способом. Одновременно осуществляется строительство подземного рудника, который согласно принятым ранее проектным решениям должен быть введен в эксплуатацию сразу после окончания открытых работ на месторождении.

На этапе отработки прибортовых запасов, подземным способом была проведена оценка влияния подземных взрывных работ на устойчивость бортов карьера, а так же эксплуатируемых карьерных транспортных съездов.

В практике ведения взрывных работ сейсмическое воздействие на охраняемые объекты является одним из основных факторов обеспечения сохранности различных сооружений (откосов бортов карьера, карьерных транспортных съездов и т.п.).

Степень воздействия зависит от целого ряда параметров и в частности, от веса взрываемого заряда ВВ, способа взрывания, расстояния от места взрыва, геологических особенностей района, физико-механических свойств горных пород, конструктивных особенностей сооружений, частоты повторяемости взрывов и др.

Многочисленными исследованиями установлено, что основным параметром, характеризующим сейсмическую активность при взрывах, является скорость колебаний грунта.

Общим критерием обеспечения сейсмической безопасности охраняемых объектов является допустимая скорость сейсмических колебаний.

При отработке прибортовых запасов на начальном этапе производится отбойка вееров скважин разбуренных из кольцевого штрека гор. -300 м, расположенных на контакте рудного тела вдоль борта карьера. На этих участках произойдет отделение большей части основного рудного массива от борта карьера, на следующем этапе будет производиться отбойка вееров разбуренных из кольцевого штрека гор. -320 метров.

Учитывая данный порядок ведения взрывных работ, сейсмическое воздействие будет направлено в сторону транспортного съезда в верхнем торцевом направлении 1 и борта карьера в боковом направлении 2 (рисунок 1).

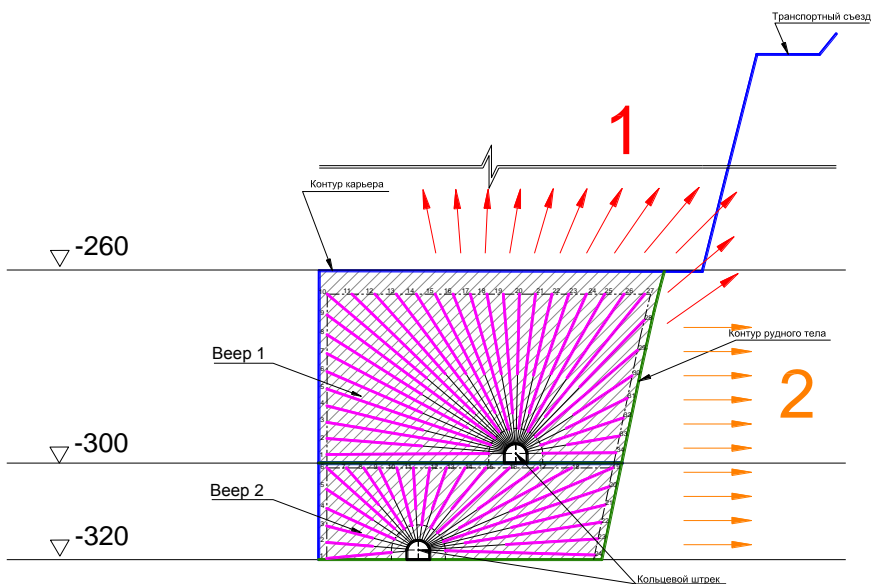


Рисунок 1 - Верхнее торцевое направление №1 и боковое направление №2 действия взрыва на охраняемые объекты

Таким образом, охраняемыми объектами при отбойке веера №1 гор. -300 м являются:

Борта карьера (в отметках -260÷-320 метров) расположенные на контакте с рудным телом и представленные известняками, доломитами, доломитами известковистыми.

Допустимая скорость сейсмических колебаний, согласно проведенным расчетам с учетом физико-механических свойств пород слагающих борт (абс.отм. -260÷-320), составляет 18 см/с [1].

Карьерные транспортные съезды гор.-170 м, проходящие по борту карьера на минимальном удалении от взрываемого веера №1, породы борта (в отметках -160÷-260 метров) представлены доломитами, известняками, доломитами известковистыми.

Допустимая скорость сейсмических колебаний, транспортных съездов составляет 15 см/с [1].

Взрывание веера №1 осуществляется скважинными зарядами Ø102 мм, максимальная масса заряда в скважине имеющей наибольшую длину составила 330 кг.

Расчетная скорость колебаний пород и руд для борта карьера в зависимости от массы ВВ на одну ступень замедления [2], а также удаления от взрыва с учетом направления действия взрыва представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Расчетная скорость колебания пород и руд для борта карьера

Охраняемый объект	Направление действия взрыва	Масса заряда в группе Q, кг	Удаление от взрыва г, м	Расчетная скорость колебаний см/сек
Борт карьера (на контакте с рудным телом)	Боковое направление (2)	4450	3	158
			6	73
			9	48
			12	35
			15	27
			18	22
		1200	3	62
			6	29
			9	19
			12	14
			15	11
			18	9
		330	3	26
			6	12
			9	8
			12	6
			15	5
			18	4

В боковом направлении взрыва, при массе заряда в группе - 4450 кг, воздействие на борт карьера в ближней зоне до 18 метров приведет к существенному превышению скорости сейсмических колебаний от 158 см/с до 22 см/с. В таких условиях не обеспечивается сохранность участка борта, примыкающего к взрываемому вееру.

При массе заряда в группе 1200 кг допустимая скорость сейсмических колебаний 18 см/с, обеспечивается на удалении 10 метров от взрываемого веера. Однако на расстоянии менее 10 метров произойдет дробление и интенсивное трещинообразование массива борта. Сохранность прибортового массива не обеспечивается.

При массе заряда в группе 330 кг, соответствующей массе заряда скважины имеющей наибольшую длину показала, что дробление и интенсивное трещинообразование произойдет на расстоянии до 4-5 метров от взрываемого веера [3].

Анализ результатов [4] приведенных в таблице 1 показал, что оптимальная масса заряда в группе на удалении от 0 до 10 метров до

проектного контура карьера должна быть не более 330 кг, на расстоянии от борта более 10 метров масса заряда в группе не должна превышать 1200 кг.

Расчетная скорость колебаний пород и руд для карьерного транспортного съезда в зависимости от массы ВВ на одну ступень замедления [2], а также удаления от взрыва с учетом направления действия взрыва представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Расчетная скорость колебания карьерного транспортного съезда

Охраняемый объект	Направление действия взрыва	Масса заряда в группе Q, кг	Удаление от взрыва r, м	Расчетная скорость колебаний см/сек
Карьерный транспортный съезд (гор. -170 м)	Верхнее торцевое направление (1)	1200	10	20
			20	9
			30	6
			40	4
			50	2,8
			60	2,2
			70	1,7
			80	1,4
		330	90	1,2
			10	8
			20	4
			30	3
			40	1,8
			50	1,3
			60	1,0
			70	0,8
80	0,7			
90	0,6			

Анализ расчетов, приведенных в таблице 2 показал, что сохранность транспортного съезда будет обеспечена, а допустимая скорость сейсмических колебаний 15 см/с не будет превышена, при условии взрывания веера 1 с максимальной массой заряда в группе 330 кг на расстоянии до 10 метров от борта карьера и 1200 кг на расстоянии более 10 метров от борта карьера.

По результатам проведенных исследований представленных в таблице 1 и 2 для снижения сейсмического воздействия на охраняемые объекты ограничение массы заряда в группе (ступени замедления) до 330 кг, необходимо при взрывании скважинных зарядов попадающих в 10-и

метровую зону рудного тела по контуру борта карьера. Данная зона представлена желтым цветом (рисунок 2).

Для уточнения разрушающего воздействия взрыва заряда, массой 330 кг в группе на борт карьера, была проведена оценка распространения зон дробления и трещинообразования по массиву.

Радиус зоны дробления составил 1,4 метра, радиус зоны трещинообразования 4,4 м.

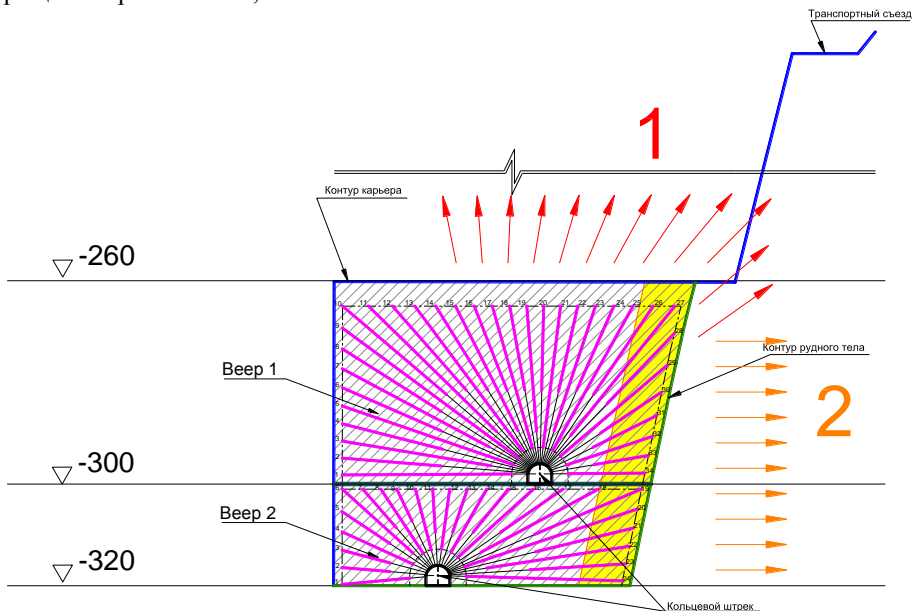


Рисунок 2 - Зона ограничения массы заряда в группе не более 330 кг (выделена желтым цветом)

На основании проведенных исследований для обеспечения безопасной технологии ведения взрывных работ при отработке прибортовых запасов месторождения Удачного подземным способом были сделаны следующие выводы и рекомендации:

- максимальная сейсмическая нагрузка, вызванная взрыванием веера 1 отмечается в боковом направлении в сторону борта карьера;
- при мгновенном взрывании скважин (с массой заряда ВВ в группе равной 4450 кг) разрушающее воздействие на борт карьера распространяется на расстояние до 18 метров, что приведёт к локальной потере устойчивости массива борта и не обеспечит сохранение транспортного съезда;
- анализ расчетов приведенных в таблицах 1 и 2 показал, что сохранность транспортного съезда будет обеспечена при условии взрывания веера 1 с максимальной массой заряда в группе 330÷350 килограммов на

расстоянии до 10 метров от контура борта карьера и 1200 кг на расстоянии более 10 метров от борта карьера;

- для снижения сейсмического действия, отбойку руды следует вести с внутривеерными замедлениями, оптимальная масса заряда в группе (ступени замедления) на удалении от 0 до 10 метров до проектного контура карьера должна быть не более 330÷350 килограммов;

- на расстоянии от борта карьера более 10 метров масса заряда в группе не должна превышать 1200 килограммов.

- для снижения воздействия взрывов на борт карьера и локализации зоны дробления и трещинообразования при подземной отработке прибортовых запасов рекомендуется разбуривание массива руды производить с недобуром скважин до проектного контура отбойки на величину не менее 1,5÷2 метров;

- ввиду многократного взрывного воздействия на массив руды и вмещающих пород, а так же наличия резонансных явлений в отдельных зонах внутри бортов карьера могут накапливаться остаточные деформации, эти остаточные деформации могут приводить к нежелательным деформациям в бортах связанных главным образом с отслоениями и вывалами из прибортовых участков.

- с целью своевременной корректировки (при необходимости) параметров БВР, на начальном этапе отработки прибортовых запасов, необходимо организовать сейсмометрический контроль.

Библиографический список:

1. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. М., «Недра», 1976.
2. Справочник взрывника / Под общей редакцией Б.Н. Кутузова. – М.: Недра, 1988.
3. Б.Н. Кутузов «Безопасность взрывных работ в промышленности», - М.: Недра, 1992. 544 с.
4. Технологический регламент на отработку переходной зоны на руднике «Удачный», ОАО «Уралмеханобр», Екатеринбург 2014.