

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ ГОРНЫХ  
ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «СКАЛИСТАЯ» РУДНИКА  
«КОМСОМОЛЬСКИЙ» ЗФ ОАО «ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»**

**Кирсанов А.К.**

**Научный руководитель канд. техн. наук Курчин Г.С.**

*Сибирский федеральный университет*

*Институт горного дела, геологии и геотехнологий*

На сегодняшний день одной из основополагающих проблем горного производства является разрушение горного массива. В технологическом процессе строительства подземных горных выработок вопросы БВР занимают очень важное место. В зависимости от того, насколько корректно рассчитаны параметры БВР могут существенно изменяться технико-экономические показатели всего процесса проходки горной выработки.

При проведении горизонтальных выработок к буровзрывным работам предъявляют повышенные требования в части обеспечения необходимого развала породы после взрыва и качественного её дробления, высокой устойчивости выработок и оконтуривание их в соответствии с проектом.

Несмотря на большое внимание, уделяемое исследованиям БВР, на сегодняшний день так и не решен вопрос о возможности создания универсального алгоритма расчета параметров БВР.

В настоящее время большинство существующих методик расчета параметров БВР представляют собой эмпирические формулы, расчет которых, основан на определении удельного расхода ВВ. Недостатком этого подхода является, то, что используемые коэффициенты имеют весьма широкий диапазон изменения и принимаемые их значения, зависят чаще от уровня подготовки и интуиции специалиста, выполняющего расчеты. В результате параметры БВР устанавливаются по усредненным значениям, что отрицательно сказывается на эффективности взрывных работ.

В связи с этим актуальной задачей является разработка принципиально новой методики расчета параметров БВР.

Предлагаемая методика определения эффективных параметров БВР основана на определении радиусов зоны смятия и трещинообразования по формуле [1].

На сегодняшний день установлено, что при взрыве заряда ВВ, в массиве образуется две зоны: зона смятия и зона трещин (зона регулируемого дробления) в виде цилиндра вдоль заряда [2] (рис.1).

Предлагаемая методика определения параметров БВР базируется достоверном определении радиусов этих двух зон и предполагает последовательное выполнение следующих пунктов:

В зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий определяются следующие показатели:

- *величина радиуса зоны смятия определяется по формуле [1]:*

$$R_{см} = d \sqrt{\frac{\rho \cdot D^2}{8 \cdot f \cdot 10^7}}, м,$$

где  $d$  – диаметр заряжаемого шпура (скважины), мм;  $\rho$  – плотность ВВ в заряде, кг/м<sup>3</sup>;  $D$  – скорость детонации применяемого ВВ, м/с;  $f$  – коэффициент крепости по шкале М.М. Протодяконова.

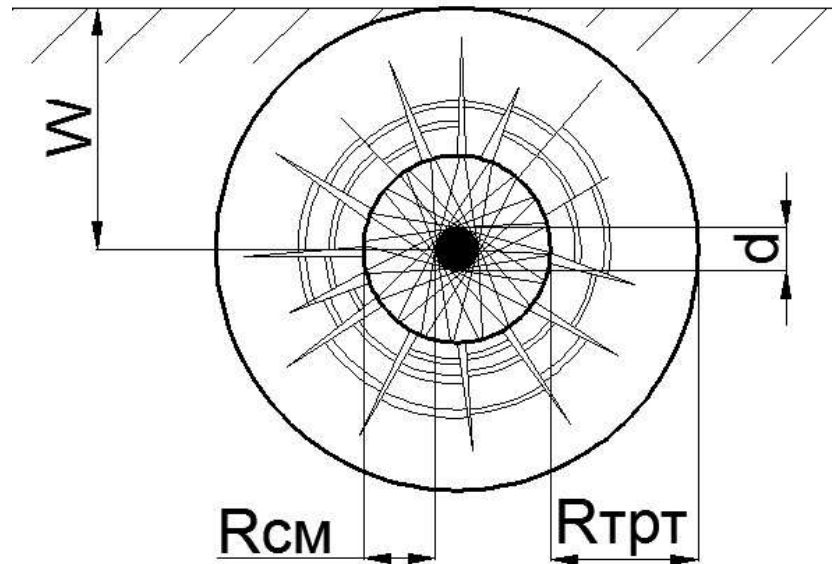


Рис.1 – Схема формирования радиуса зоны смятия и радиуса зоны трещинообразования  $\alpha$  – минимальный угол образующейся взрывной воронки  $\alpha=60^\circ$ ;  $d$  – диаметр заряжаемого шпура (скважины);  $R_{см}$  – радиус зоны смятия;  $R_{трт}$  – радиус зоны трещинообразования;  $W$  – линия наименьшего сопротивления

– радиус зоны трещинообразования [1]:

$$R_{трт} = 0.2102 \cdot d \cdot \rho^{0.75} \cdot D^{1.5} \cdot \sigma_{сж}^{-0.25} \cdot \tau_{ср}^{-0.5} \cdot K_c^{-0.5}, \text{ м}$$

где  $\sigma_{сж}$  – предел прочности пород на сжатие, Па;  $\tau_{ср}$  – предел прочности пород на срез, Па;  $K_c$  – коэффициент структурного ослабления.

– Коэффициент структурного ослабления [3]:

$$K_c = \frac{1}{1 + (l / H_x)^{m_1} \cdot m_2 [\sin(2\alpha - \rho) - C / R] \cdot R^n \ln(l / H_x)^{-1}},$$

где  $l$  – размер элементарного блока, образованного между плоскостями ослабления;  $H_x$  – максимальный размер трещиноватой модели;  $m_1, m_2, n$  – коэффициенты, численные значения которых следующие:  $m_1=-0,447$ ;  $m_2=2,34 \cdot 10^{-5}$  и  $n = 2,73$ ;  $\rho$  – угол внутреннего трения пород;  $C$  – сцепление на контактных поверхностях отдельностей, МПа;  $R$  – прочность на сжатие элементарного блока, МПа;

– линия наименьшего сопротивления [1]:

$$W = R_{трт} \cdot \cos(0,5 \cdot \alpha), \text{ м}$$

где  $\alpha$  – минимальный угол образующейся взрывной воронки  $\alpha=60^\circ$ .

С учетом этих параметров определяется расположение оконтуривающих и вспомогательных шпуров по сечению выработки.

Затем производится расчет параметров взрывного вруба:

– определяется число компенсационных (холостых) шпуров (скважин) во врубе:

$$N_0 = 0,5 \cdot l_0 - 0,2 \cdot d_0 \cdot l_0^2 + 1,3, \text{шт}$$

где  $l_0$  – длина холостого шпура (скважины), м;  $d_0$  – диаметр холостого шпура (скважины), м.

- рассчитывается расстояние между холостыми шпурами вруба:

$$h = d_0 + d - \frac{\pi \cdot d^2}{12 \cdot d_0}, \text{м}$$

- расстояние между холостым и заряжаемым шпурами вруба составляет  $3d_0$ .
- числа заряжаемых врубовых шпуров:

$$N_{вр} = \frac{0,04 \cdot S \cdot k_v}{\pi R_{см}^2}, \text{шт}$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения,  $\text{м}^2$ ;  $k_v$  – коэффициент, учитывающий вязкость пород).

Следом проводится расчет конструкции шпуровых зарядов:

- Длина заряда в шпуре определяется по формуле:

$$L_z = l_{ш} - 0,5W - l_{заб} - l_б, \text{м}$$

где  $L_{ш}$  – глубина шпура, м;  $L_{заб}$  – длина забойки (на рудниках компании ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» принята 0,5 м);  $l_б$  – длина патрона-боевика (на шахте «Скалистая» рудника «Комсомольский» при использовании аммонита БЖВ составляет 0,25-0,28 м), м.

- строятся конструкции зарядов для каждого варианта и типа ВВ:

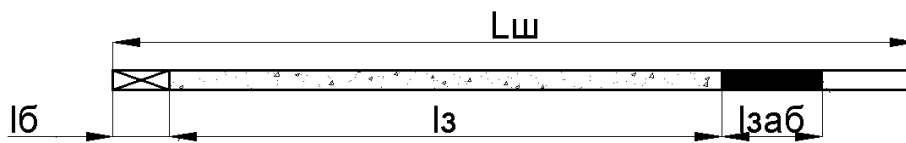


Рис. 2 – Схема построения конструкции заряда

- Масса заряда в одном шпуре определяется по формуле:

$$Q_z = \frac{L_z \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \rho}{4}, \text{кг}$$

После чего производится графическое построение паспорта БВР, по рассчитанным ранее формулам.

В ходе выполнения работы изучены основные параметры БВР оказывающие влияние на эффективность проведения горных выработок; проведен анализ существующих методик расчета параметров БВР; предложена принципиально новая методика расчета параметров БВР, основанная на определении радиуса зоны трещинообразования вокруг взрываемого заряда; разработан алгоритм расчета параметров БВР и графического построения паспортов БВР.

Предлагаемая методика определения параметров БВР при проходке горных выработок прошла апробацию на шахте «Скалистая» рудника «Комсомольский» ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель», где результаты проведенных взрывов показали эффективность предлагаемой методики, что подтверждается сокращением как расхода ВВ, так и бурения.

### Список литературы

1. Кутузов, Б.Н. Новая теория и новые технологии разрушения горных пород удлиненными зарядами взрывчатых веществ. /Б.Н. Кутузов, А.П. Андриевский // Новосибирск: Наука, - 2002.
2. Кутузов Б.Н. Методы ведения горных работ. Ч.1. Разрушение горных пород взрывом: Учебник для вузов. – М.: Издательство «Горная книга», 2007.-471 с.:ил.(ВЗРЫВНОЕ ДЕЛО)
3. Рекомендации по определению механических свойств трещиноватого массива [web-сайт] // ООО «Международный Центр Качества». – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/53/53846/>, свободный (дата обращения: 10.04.2014).