

СНИЖЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК СКРЕПЕРОВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КОМПЕНСАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Встановлена величина ударного навантаження, діючого на днище блока при очисному вийманні в камерних системах розробки.

Определена величина ударной нагрузки, действующей на днище блока при очистных работах в камерных системах разработки.

The magnitude of a shock load acting on a bottom of the block for want of clearing works in chamber systems of development is determined.

Одной из причин снижения устойчивости выработок скреперования при формировании горизонтальной подсечки (рис. 1) может быть динамическое воздействие волн напряжений на контур выработки.

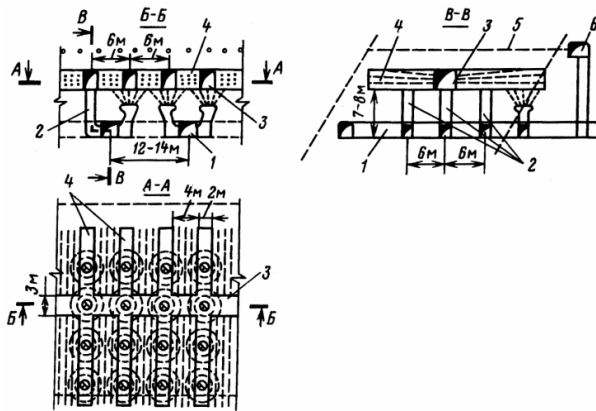


Рис.1. Технология формирования горизонтального компенсационного пространства

Основная особенность подсечки блока горизонтальными скважинами за один взрыв заключается в том, что из выработок скреперования 1 проходят выпускные дучки 2, которые используются на горизонте подсечки в качестве ходовой, рудоспускной и хозяйственной выработок. Над этими дучками проходят буровой штрек 3 сечением 3x3 м и компенсационные орты 4 сечением 2x3 м. Временные целики между компенсационными ортами разбуривают параллельно-сближенными горизонтальными скважинами, расстояние между которыми 1...1,5 м. Компенсационное пространство образуется в результате короткозамедленного взрывания всех скважин, разбуренных из бурового

штрека 3.

При этом скважины, располагаемые в непосредственной близости надштрекового целика в момент взрыва, могут оказать неблагоприятное воздействие на устойчивость выработки скреперования. В этом случае механизм разрушения надштрекового целика может быть представлен схемой на рис. 2.

Разрушение целика предполагает механический сдвиг породы в контуре $A^I A^{II} A^{III} A^{IV}$. При этом учитывались наиболее неблагоприятные условия изменения устойчивости штрека скреперования:

- сдвиг происходит в вертикальной плоскости I-I, силы трения, препятствующие сдвигу близки к нулю;
- толщина a сдвигающейся части породы равна

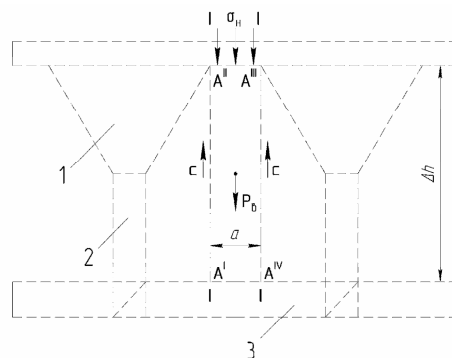


Рис. 2. Схема сдвижения участка надштрекового целика: 1 – воронка выпуска; 2 – дучка; 3 – выработка скреперования

расстоянию между спаренными скважинами;

- воронки выпуска на участке $A^{II}-A^{III}$ не пересекаются, т.е. величина высоты «подушки» между действующей нагрузки σ_n и поверхностью, которая ее воспринимает, равна нулю;
- удаление скважин от поверхности $A^{II}-A^{III}$ составляет 0,5...1 м.

Спроектировав силы (рис. 2) на вертикальную ось I-I, можно установить, что устойчивость надштрекового целика будет нарушена в случае, когда вызываемая взрывом скважин нагрузка σ_n , будет определяться из неравенства, кг/см²

$$\sigma_n \geq \frac{2 \cdot C \Delta h}{a} - 100 \Delta h \cdot \gamma, \quad (1)$$

где a – расстояние между скважинами, м;
 C – величина сцепления, кг/см²;
 Δh – высота надштрекового целика, м;
 γ – объемный вес массива, кг/см³.

Учитывая, что $\Delta h \approx 4...5$ м, $a \approx 1...1,5$ м, $\gamma \approx 2,8...2,9 \cdot 10^{-3}$ кг/см³, $C \approx 45...75$ кгс/см² (с учетом структурного ослабления 0,2...0,4), величина σ_n , способная нарушить устойчивость надштрекового целика, должна составить $\sigma_n \approx 480...500$ кгс/см².

Представляет интерес определить фактическую нагрузку σ_n вызванную отбойкой скважин, располагаемых над плоскостью $A^{II}A^{III}$. Учитывая, что нагрузка σ_n в полярной системе координат формируется радиальной составляющей [1], то

$$\sigma_n \approx \frac{\sigma_0}{\bar{r}^{(2-\alpha)}}, \quad (2)$$

где σ_0 – начальное давление на фронте волны в момент ее прохождения границы раздела стенка скважины-массив надштрекового целика;
 \bar{r} – относительный радиус действия заряда;
 α – показатель степени затухания.

В свою очередь $\bar{r} = R/r$, где r – радиус заряда, м; R – удаление поверхности $A^{II}A^{III}$ (рис. 2) относительно разбуриваемых скважин, м. В свою очередь при пучковом расположении скважин $r = \sqrt{n} d/2$, где d – диаметр скважины, м; n – количество скважин в пучке, шт.

Показатель степени затухания $\alpha \approx \frac{\mu}{1-\mu}$, где μ – коэффициент Пуассона ($\mu = 0,2...0,3$).

Начальное давление σ_0 можно определить из выражения

$$\sigma_0 \approx P_0 \frac{2\gamma C_p}{\gamma C_p + \rho_{BB} D},$$

где P_0 – начальное давление продуктов взрыва в зарядной камере, кг/см²;
 C_p – скорость распространения продольной волны по массиву, м/с;
 ρ_{BB} – плотность заряда ВВ, кг/м³;
 D – скорость детонации, м/с;
 γ – объемный вес массива, кг/м³

Величина начального давления продуктов взрыва в зарядной камере определяется

$$P_0 \approx \frac{\rho_{BB} \cdot D^2}{40}.$$

Взяв для определенности среднестатистические показатели C_p , ρ_{BV} , D , d , устанавливаем, что действующая на поверхность целика нагрузка σ_n , согласно выражению (2), составит $\sigma_n \approx 1000 \dots 1200 \text{ кг/см}^2$. Таким образом, величина нагрузки σ_n , вызываемой действием волн напряжений, непосредственно на поверхность надштрекового целика в 2...2,4 раза больше, чем нагрузка, которая его может разрушить путем сдвига. Результаты исследований свидетельствуют о том, что при формировании горизонтального компенсационного пространства некоторые участки днища могут быть разрушены путем сдвига ограниченной части массива днища в полость штрека скреперования. Особенно повышается вероятность снижения устойчивости выработок скреперования, поверхность которых пересекают неустойчивые вмещающие породы, залегающие в лежачем боку месторождения. График зависимости действующей на поверхность надштрекового целика ударной нагрузки при взрыве скважин, формирующих горизонтальное компенсационное пространство $\sigma_n = f(R, d, n)$, представлен на рис. 3.

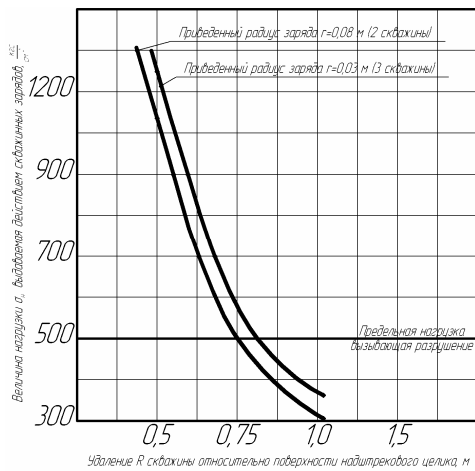


Рис. 3. График зависимости действующей на поверхность надштрекового целика ударной нагрузки при взрыве скважин, формирующих горизонтальное компенсационное пространство

менялась в пределах 1,05...1,1. Высота засыпки была принята 1,15 м.

Возмущающий импульс создавали взрывом заряда аммонита №6, который помещали в цилиндрическое отверстие 2 металлического диска 1. Иницирование заряда проводили электродетонатором ЭДКЗ. Предварительно в сыпучей среде были установлены регистрирующие датчики б. Регистрируя прохождения волны напряжения в сыпучем материале по зонам, т. е. по вертикальным участкам заложения датчиков б, установили, что в уплотненной среде почти вся энергия волны напряжений поглощается в первой и второй зонах, а в уплотненной – волна напряжений регистрируется даже датчиком №4 (самый нижний), пройдя третью и четвертую зоны, т.е. слой сыпучего материала толщиной 1 м. Анализ полученных зависимостей показывает, что уплотнение сыпучей среды, которое может достигать до 35%, оказывает существенное влияние на параметры волн напряжений.

Учитывая, что при непосредственном взаимодействии взрывчатых нагрузок на массив надштрековых (надортовых) целиков возникающие напряжения могут вызывать их разрушения, целесообразно осуществлять разворот воронок при условии, когда сверху них будет находиться «подушка» рудной массы. В этом случае волны напряжения будут интенсивнее затухать и, как следствие, формирование горизонтального компенсационного пространства не будет оказывать существенного влияния на устойчивость выработок скреперования.

Для установления степени затухания волн напряжений при их распространении по толщине рудной «подушки» были проведены лабораторные исследования на эквивалентных материалах. Лабораторные исследования проводили на модели, имеющей форму цилиндра диаметром 0,8 и высотой 1,6 м (рис. 4). Модель устанавливали на бетонную опору толщиной 0,5 м. В качестве сыпучего материала использовали сыпучую среду из натурального материала различной фракции. Величина коэффициента уплотнения изменялась в пределах 1,05...1,1. Высота засыпки была принята 1,15 м.

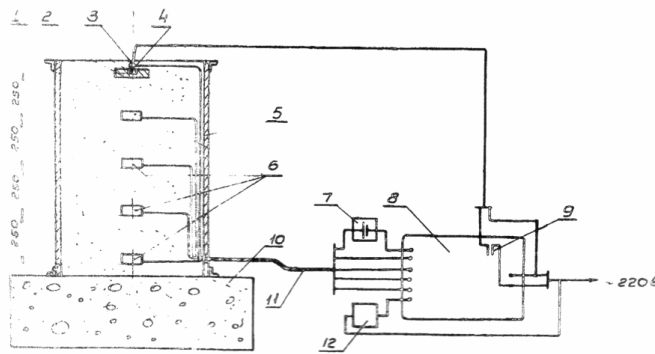


Рис. 4. Схема модели для исследования затухания волн напряжений по высоте столба рудной «подушки» в лабораторных условиях

Интенсивное затухание волны напряжений при взрывании заряда взрывчатых веществ в неуплотненной среде объясняется большим рассеиванием энергии на контакте частиц сыпучей среды. При последующих взрывах под действием динамических нагрузок плотность среды увеличивается и снижается энергия рассеивания. В результате исследований был установлен график зависимости изменения массовой скорости смещения частиц сыпучей среды от высоты слоя рудной «подушки» (рис.5).

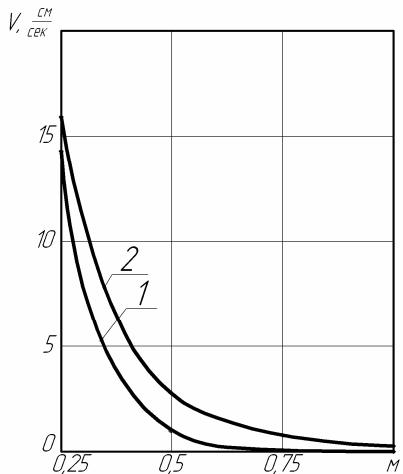


Рис. 5. График изменения массовой скорости смещения частиц сыпучей среды в зависимости от высоты слоя: 1 – разрыхленная среда; 2 – уплотненная среда

высоте столба («подушки») сыпучей среды высотой 0,1...0,25 см.

Учитывая, что величина R в натуральных условиях связана с параметрами взрыва в лабораторных условиях как

$$R = R_l \frac{r}{r_l}, \quad (4)$$

где R_l – абсолютное расстояние до поверхности датчика, регистрирующего снижения интенсивности волны напряжения в лабораторных условиях, м;

r_l – радиус заряда взрывчатого вещества, используемого в лабораторных условиях, м.

Учитывая полученные величины массовой скорости смещения сыпучей среды в момент прохождения по ней волны напряжения, вызванной взрывной нагрузкой, можно в первом приближении установить величину σ_n действующую на датчики в лабораторных условиях, из выражения

$$\sigma_n \approx \frac{v \cdot \gamma_c \cdot C_p}{g}, \quad (3)$$

где v – массовая скорость смещения, м/с; γ_c – плотность сыпучей среды, кг/м³; C_p – скорость распространения продольной волны, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с².

Принимая во внимание, что $\gamma_c \approx 1500$ кг/м³, а также взяв для определенности [1] $C_p \approx 700$ м/с, определяем $\sigma_n \approx 100...150$ кгс/см². В связи с тем, что предельная нагрузка, которая может вызвать разрушения, составляет $\sigma_n \geq 500$ кгс/см², можем сделать вывод, что затухание волн напряжений до величины 100...150 кгс/см², происходит при

Величина r_l определяется, исходя из веса m взрывчатого вещества и его плотности ρ из выражения

$$r_l = \sqrt[3]{\frac{3m}{4\rho}}. \quad (5)$$

Используя выражения (4), (5) и переходя к натурным (промышленным) условиям, устанавливаем, что снижения величины σ_n до 100...150 кгс/см² наблюдаются при формировании рудной «подушки» над надштрековым целиком высотой 0,5...1,2 м. Таким образом, формирование над поверхностью надштрековых (надортовых) целиков рудной «подушки» высотой 0,5...1,2 м обеспечит достаточно высокую вероятность сохранения устойчивости выработок скреперования при формировании горизонтального целика компенсацию производства с применением технологии, свойственной ОАО «Сухая Балка».

Список литературы

1. Мосинец В.Н., Абрамов А.В. Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород. – М.: Недра, 1982. – 248 с.