УДК 622.281 622.831.31

**Т.Ф.КАСУМОВ**
*Факультет освоения подземного пространства, группа ГСТ-01, ассистент профессора*

# ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ШТАНГОВОЙ КРЕПИ ВЫРАБОТОК НА УДАРООПАСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Проведена методика определения параметров штанговой крепи по условию формирования в своде выработок несущего породного свода. На основе методики создана номограмма. Рассмотрен вопрос об области применения номограммы.

A method to determine parameters of rock anchoring are studied for conditions of bearing rock vault formation in the working opening. A nomograhic chart is created basing on the method and the area of this nomograhic chart application is established.

На Северо-Уральских Бокситовых рудниках с 2002 г. внедряются сталеполимерные штанги. В связи с высокой стоимостью штанг весьма актуален расчет их параметров. С целью обоснования возможности уменьшения длины штанг с 1,8 до 1,35 м в 2003 г. кафедрой строительства горных предприятий и подземных сооружений СПГГИ (ТУ) была разработана методика расчета анкерной крепи. Параметры крепи рассчитываются по схеме формирования в кровле выработки упрочненного штангами несущего породного свода. Расчеты крепи по новой методике отличаются трудоемкостью. С целью упрощения процедуры расчета анкеров этапы расчета представили в графической форме.

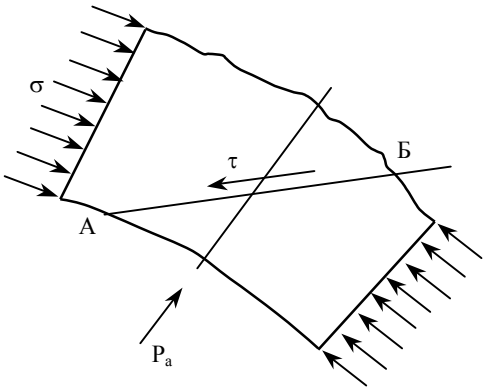



Рис.1. Схема скола породного свода по плоскости ослабления

Породный свод имеет форму монолитной арки, отделившейся от массива и подвергающейся срезу под действием сжимающих напряжений (рис.1). Срез или сдвиг пород может быть в любом месте арки. Предполагается самый худший вариант, когда срез арки происходит по плоскости, расположенной в замке свода.

Расстояние между анкерами $a$ ограничивается соотношением

$$a \le 0{,}9\, l_a,$$

где $l_a$ – активная длина штанг.

При соблюдении данного условия любая траектория максимальных касательных напряжений, срезающих породу в своде, пересекается штангами.

Размеры зоны нарушенных пород определяются экспериментально. По данным натурных исследований, фактическая мощность зоны на шахтах СУБРа колеблется в пределах 0,5-1,3 м.

Вертикальная распределенная нагрузка на породный свод создается весом пород в зоне нарушенных пород с учетом сил инерции от динамических колебаний:

$$Q = \gamma b K_д,$$

где $\gamma$ – объемная плотность пород; $b$ – мощность зоны нарушенных пород; $K_д$ – коэффициент динамичности.

Нагрузка увеличивается на величину коэффициента динамичности, который зависит от энергии динамического явления.

Касательные напряжения τ, срезающие породный свод, создаются сжимающими тангенциальными напряжениями σ. Напряжения в своде зависят от соотношения нагрузок со стороны кровли вертикальной $q$ и боковой $q_б$ нагрузок, а также от геометрических характеристик породного свода (рис.2).

Зависимость напряжений от геометрии свода просчитана методами строительной механики для свода различной толщины ($H/B = 0{,}3 \div 0{,}6$) и разного геометрического

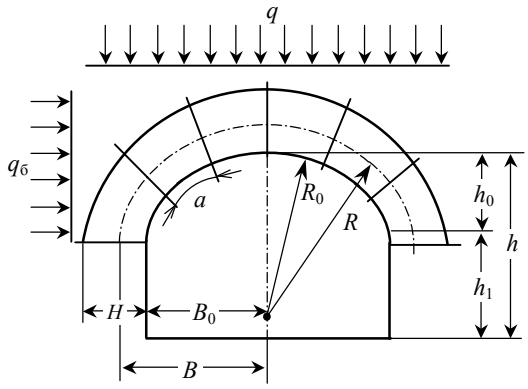



Рис.2. Схема нагружения породного свода, упрочненного штангами

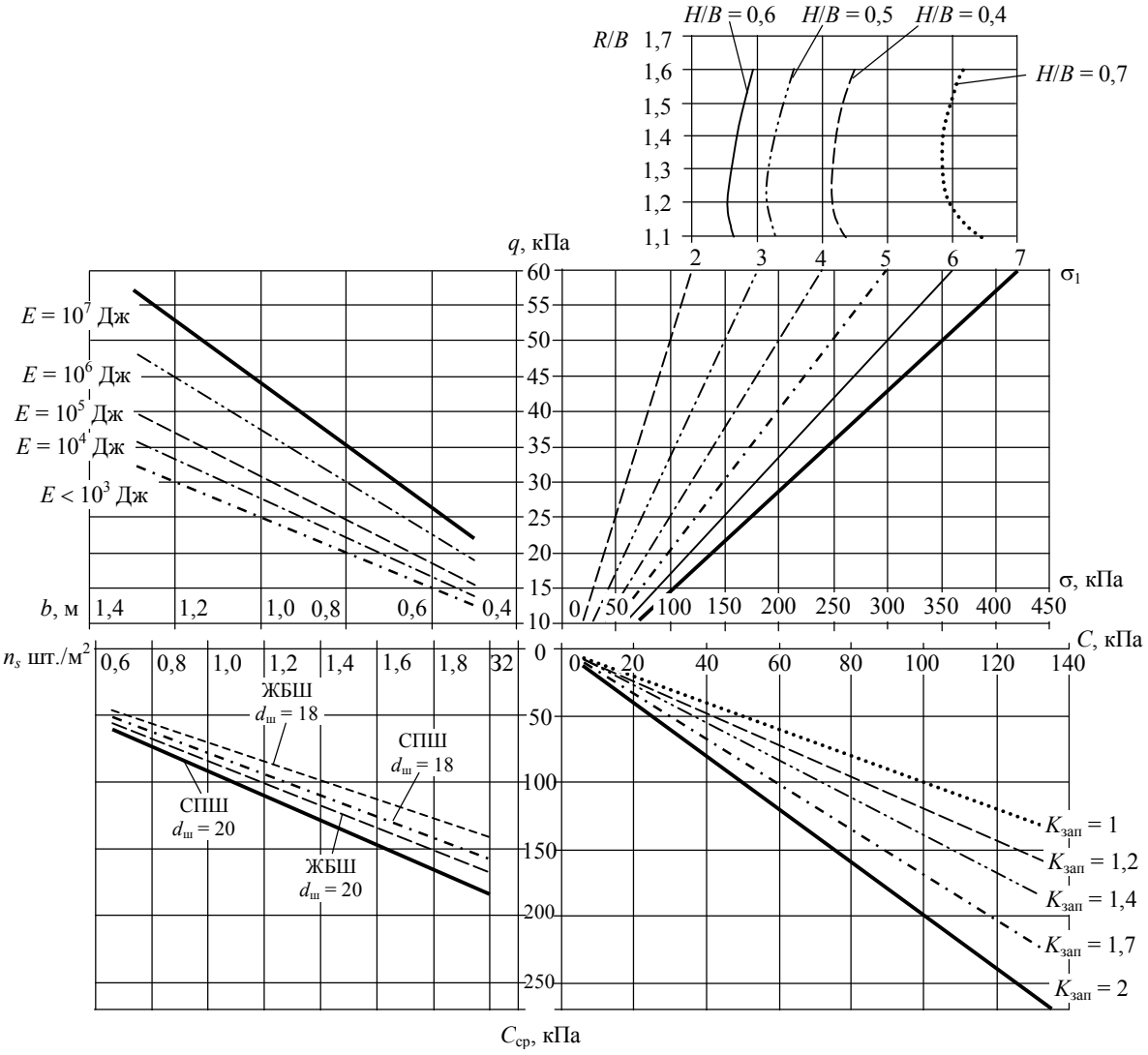



Рис.3. Номограмма для определения параметров штанговой крепи

очертания ($R/B$ = 1,1÷1,6), что соответствует пониженному своду. Расчеты выполнены при соотношениях $q_б < q$. Напряжения вычислены при единичной нагрузке.

Истинные сжимающие напряжения находим из соотношения

$$\sigma = \sigma_1 q,$$

где $\sigma_1$ – единичные напряжения.

Сжимающие напряжения определяют касательные напряжения в породном своде. Чтобы свод был устойчив, его сопротивление срезу по паспорту прочности горной породы

$$C > 0{,}3\sigma.$$

В зависимости от горно-технических условий, в частности, от критерия напряженности пород в обнажениях, требуемое сопротивление породного свода срезу увеличивается на коэффициент запаса, учитывающий условность расчетной схемы.

Сопротивление породного свода срезу определяется суммой сил трения и сопротивления штанг срезу:

$$C = C_а + C_т.$$

Обе эти величины пропорциональны плотности расстановки штанг.

Все этапы расчета объединены в единую номограмму, способную заменить расчеты графоаналитическим решением (рис.3).

Для пользования номограммой необходимо выполнить следующее: задать мощность зоны неупругих деформаций, определить энергию ожидаемого динамического явления, геометрические характеристики породного свода, критерий напряженности и длину штанг. Результатом расчета является плотность расстановки штанг $n_s$.

По номограмме определяют параметры железобетонных и сталеполимерных штанг (ЖБШ), (СПШ) из арматуры AII, AIII диаметром 18 и 20 мм в породах, угол внутреннего трения которых более 30°.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Ю.Н.Огородников*