

УДК 622.441.50

М.А. Земляной, А.В. Денисов

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБОСНОВАНИЯ
ЗОНЫ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ
В КРОВЛЕ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ
ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ**

Разработанная математическая модель обоснования зоны концентрации напряжений в кровле горной выработки позволяет определять зоны взаимодействия напряжений в кровле выработки в процессе ведения горных работ.

Ключевые слова: горные работы, деформационные процессы, зона концентрации напряжений.

При проведении проходческих работ в кровле выработки протекают деформационные процессы, вызванные воздействием прилагаемой нагрузки в области свода естественного равновесия [4], а также в области образуемой напряженно деформированным состоянием пород при проведении выработки. Таким образом, в нетронутом массиве пород имеют место напряжения γH , а после проведения выработки $\sigma_a = 2\gamma H$ [1]. Это значит, что на некоторых участках впереди и позади забоя напряжения изменяются от γH до $2\gamma H$. Можно утверждать, что впереди проходческого или очистного забоя наблюдаются концентрации напряжений. Длина l_2 (рис. 1) имеет исключительно важное значение. Именно здесь происходит рост деформации пород. При этом точка с максимальной скоростью является границей забоя выработки.

Важное значение при управлении напряженно деформационным состоянием массива в кровле выработки имеет область, образованная пересечением области воздействия напряжений свода естественного равнове-

сия и области изменений напряженно-деформированного состояния массива при проведении выработки (рис. 2). Данная область $S_{обр}$ (рис. 2) вмещает в себя область ложной и непосредственной кровли, что в значительной степени снижает силу противодействия обрушению пород вследствие повышенной концентрации напряжений посредством их наложения и как следствие усиления.

Кроме того, в результате увеличения протяженности выработки имеет место перемещение напряжений в породах кровли выработки, то есть появление зон с нарастающим и убывающим напряжением. Вследствие изменения напряженно деформированного состояния пород массива появляются зоны релаксации напряжений, которые формируют зоны пластической деформации.

Из рис. 2 определяем интегральную форму площади обрушения, $S_{обр}, м^2$

$$S_{обр} = \int_a^l f_1(x)dx - \int_a^c f_2(x)dx + \\ + \int_c^b f_2(z)dz + \int_c^d f_1(z)dz$$

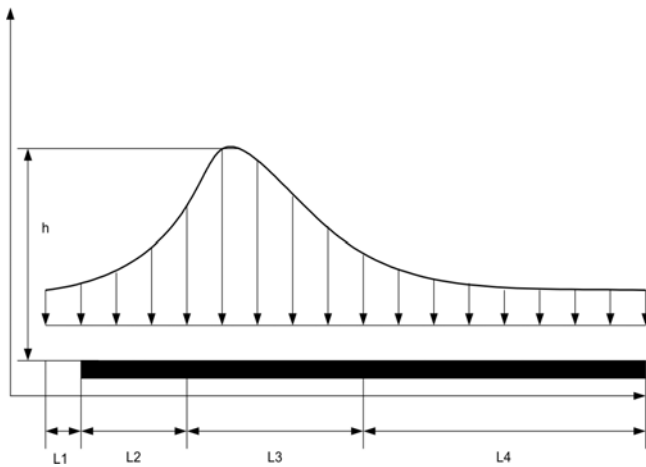
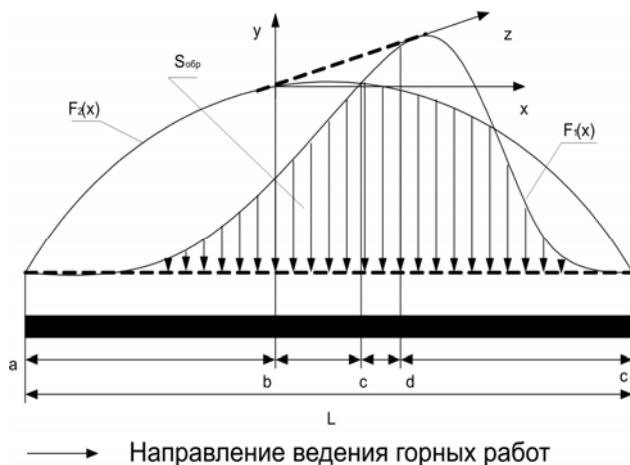


Рис. 1. График изменения напряженного состояния при проведении одиночной горной выработки

где $S_{обр.}$ – площадь обрушения, образованная наложением напряжений от свода естественного равновесия и опорного давления при ведении горных работ, m^2 ; f_1, f_2 – функции, образованные напряжением от свода естественного равновесия и опорного давления соответственно; a, b, c, d, l – участки проявления напряжений.

Упрощенная расчетная схема взаимодействия напряжений в кровле выработки в процессе ведения горных работ показана на рис. 3.

Дальнейшие математические расчеты проведем по упрощенной схеме



взаимодействия напряжений в кровле выработки рис. 3.

Из рис. 1 определяем высоту h_1

$$h_1 = \frac{l - 2h \cdot \text{ctg}\alpha}{\text{ctg}\gamma}$$

Определяем площадь $S_{внт.}$, m^2

$$S_{внт} = \frac{(l - 2h \cdot \text{ctg}\alpha)^2}{2\text{ctg}\gamma}$$

Определяем площадь треугольника, образованного функцией $f_1(x)$ рис.2, рис. 3, m^2

$$S_{т1} = \frac{hl}{2}$$

Определяем площадь треугольника, образованного функцией $f_2(x)$ рис. 2., рис. 3, m^2

$$S_{т2} = \frac{hl - 2h^2 \cdot \text{ctg}\alpha}{2}$$

Определяем площадь внутренней трапеции abcd рис .3, m^2

$$S_{abcd} = h^2 \cdot \text{ctg}\alpha$$

Определяем площадь обрушения, образованную функциями f_1, f_2 , m^2

Рис. 2. Схема наложения горного давления в кровле выработки вследствие ведения горных работ: f_1, f_2 – функции, образованные напряжением от свода естественного равновесия и опорного давления соответственно; a, b, c, d, l – участки проявления напряжений

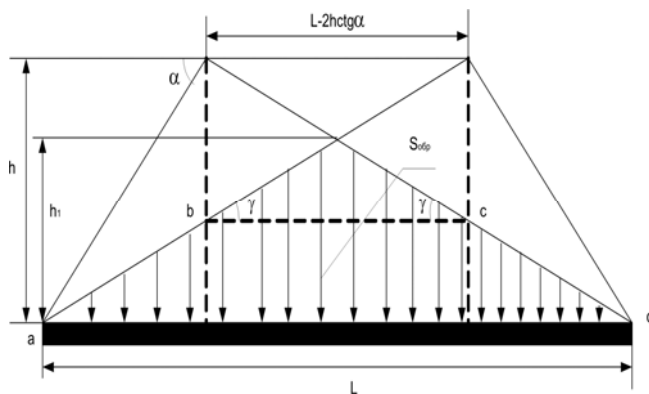


Рис. 3 Расчетная схема взаимодействия напряжений в кровле выработки, вызванных ведением горных работ

$$S_{\text{обp}} = \frac{2h^2 \text{ctg}\alpha \cdot \text{ctg}\gamma + (l - 2h \cdot \text{ctg}\alpha)^2}{2\text{ctg}\gamma}$$

Главными технологическими факторами, определяющими параметры зоны концентрации напряжений при проведении одиночных горных выработок в массиве горных пород являются высота свода естественного равновесия и опорного давления h , а также протяженность горной выработки l .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черняк И.Л. Повышение устойчивости подготовительных выработок. – М.: Недра, 1993. – 256 с.: ил. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Земляной М.А. – кандидат технических наук, докторант каф. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых (ГРМПИ),
Денисов А.В. – первый заместитель ген. директора ОАО НТЦ «Промышленная безопасность».



ДИССЕРТАЦИИ

**ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ
ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ**

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН			
БАДТИЕВ Батрадз Петрович	Развитие научных основ крепления горных выработок при разработке рудных залежей блочного строения на больших глубинах	25.00.20 25.00.22	д.т.н.

