

УДК 622.016

Нгуен Виет Динь, Г.С. Франкевич**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЗОНЫ РАЗРУШЕНИЯ
И ОПТИМАЛЬНОЙ ДЛИНЫ АНКЕРОВ ВОКРУГ ГОРНЫХ
ВЫРАБОТОК ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДОМ**

В настоящее время анкерные крепи широко применяются при креплении выработок в шахтных условиях не только во Вьетнаме но и во многих странах мира. Однако при определении параметров анкеров при их использовании с другими конструкциями возникают некоторые сложности связанные с различными подходами к этому вопросу. В этой статье сделана попытка определения численным методом влияния напряженно-деформированного состояния пород вмещающего массива на длину анкеров.

Ключевые слова: напряжение, деформация, транспортные штреки, геомеханика, Phase 2.

Общие положения

Основными направлениями развития Вьетнамской угольно – минеральной группы 2012, 2015 гг. и на период до 2020 г. предусмотрено довести добычу до 60–70 млн т в год. Ежегодно глубины разработки подземных шахт возрастают: предполагаемые средние глубины подземных шахт 2012 г. – 200 м; 2015 г. – 300 м; 2020 г. – 450 м.

Аналитические исследования показывают, что во многих случаях существуют ограничения при решении задач определения зоны разрушения вокруг выработок, а также выбора оптимальной длины анкеров вокруг горных выработок.

В настоящее время численные методы широко применяются при анализе устойчивости горных выработок. В данной статье рассматриваются

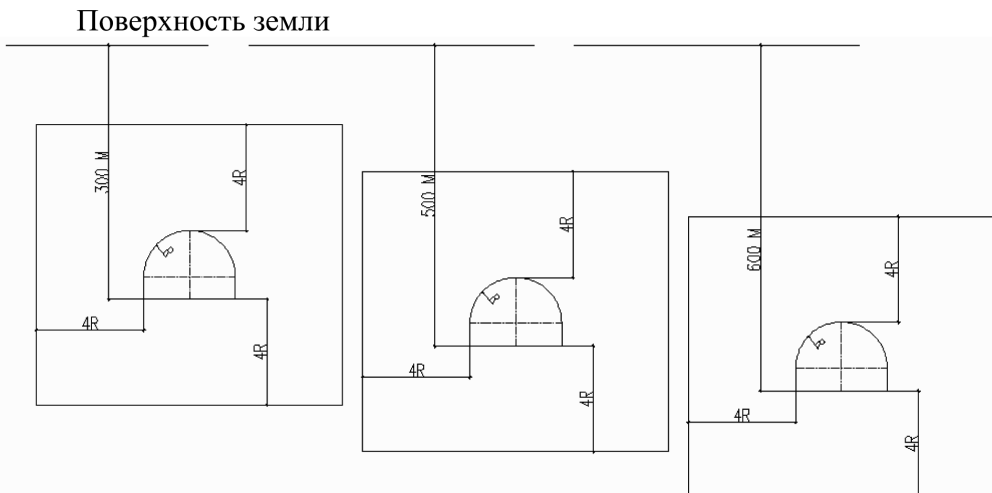


Рис 1. Расчетные схемы для определения зоны разрушения вокруг горных выработок при разных глубинах их расположения

Таблица 1

Физико-механические свойства массива пород

№	Показатель	Значение		
		300	500	600
1	Глубина расположения горных выработок, м	300	500	600
2	Предел прочности на одноосное сжатие $R_{сж}$, МПа	30		
3	Предел прочности на одноосное растяжение R_p , МПа	2,8		
4	Индекс геологической прочности GSI	38		
5	Сцепление, МПа	0,71	0,99	1,11
6	Модуль упругости E , МПа	2745,12		
7	Коэффициент Пуассона	0,3		
8	Объемная плотность, МПа	0,0245		
9	Угол внутреннего трения, град	33,5	29,6	28,2
10	Угол остаточного трения, град	34,5	30,6	29,2
11	Угол дилатансии, град	5,5		
12	Соотношение начального поля напряжений, σ_c/σ_q	1		
13	Площадь сечения горных выработок в проходке $S_{пр}$, м ²	10,2		
14	Длительная прочность горных пород, МПа	21 (70%)		

закономерности распределения напряжений в породах вокруг горных выработок в зависимости от глубины расположения горных выработок на основании численного метода по программе Phase 2.

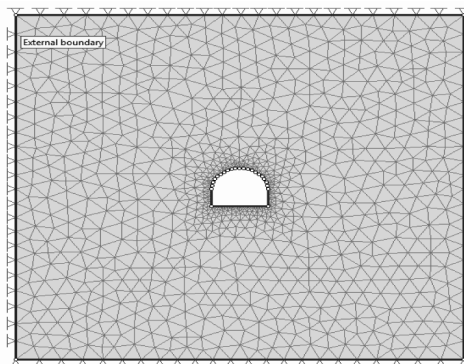
Модель расчета зоны разрушения вокруг горных выработок

В расчетах используем реальные горно-геологические условия месторождения Хэчам-Куангнинь, в которых сопротивление сжатию горных пород колеблется в широком диапазоне, но наиболее часто встречаемые породы имеют сопротивление сжатию 30 МПа. Физико-механические свойства массива пород приведены в табл. 1. Площадь поперечного сечения горных выработок в проходке $S_{пр} = 10,2 \text{ м}^2$, глубина расположения горных выработок изменяется $H = 300 \div 600 \text{ м}$, исследования рассматриваются горные породы на расстоянии 4 радиусов от контура выработки (рис. 1).

Полученные результаты в программе Phase 2

Численный метод по программе PHASE 2 и расчетная схема (рис. 2) позволяют получить значения величины зоны разрушения горных пород на разных глубинах заложения горных выработок (рис. 3).

На основании полученных результатов получим значения максимальной

**Рис 2. Расчетная схема**

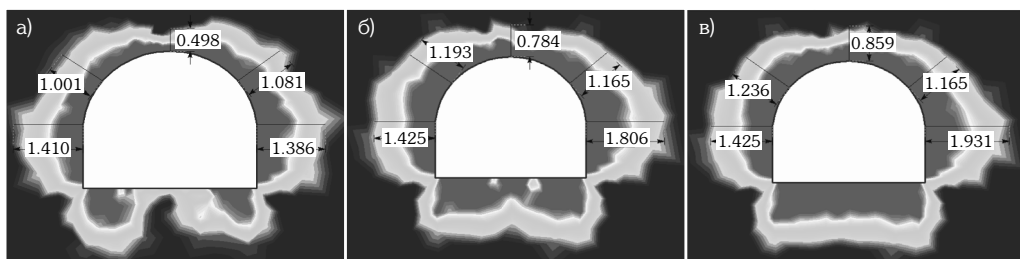


Рис 3. Зона разрушения пород вокруг выработок при $R_{сж} = 30$ МПа: а) глубина $H = 300$ м, б) глубина $H = 500$ м, в) глубина $H = 600$ м

Таблица 2

Максимальный радиус зоны разрушения вокруг выработок

Глубина заложения горных выработок H , м	Максимальный размер зоны разрушения вокруг горных выработок, м		
	В кровле (90°)	В боках (0°)	L_{cp} (45°)
300	0,5	1,41	1,08
500	0,78	1,80	1,19
600	0,86	1,93	1,23

Таблица 3

Оптимальная длина анкеров

Глубина заложения горных выработок H , м	Расчетные значения			Оптимальная длина анкеров, м
	h , м	I_n , м	I_a , м	
300	1,41	0,2	0,35	1,96
500	1,80	0,2	0,35	2,35
600	1,93	0,2	0,35	2,48

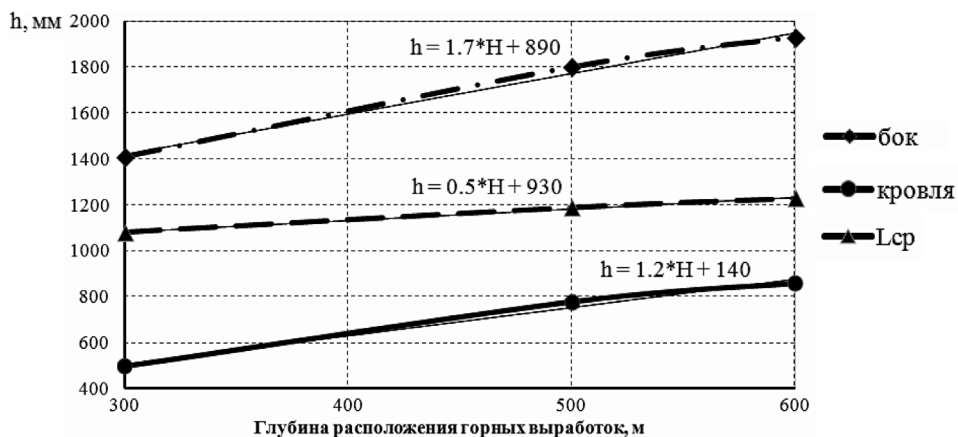


Рис 4. График зависимости высоты свода разрушения от глубины расположения горных выработок

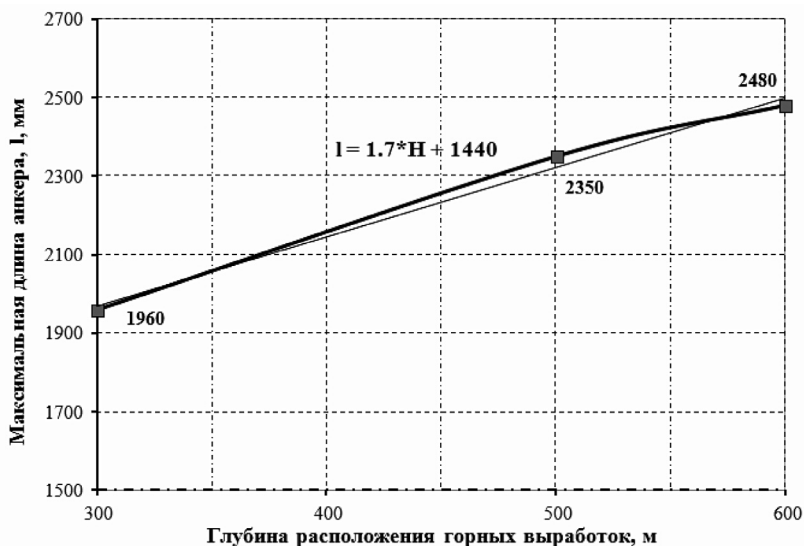


Рис 5. График зависимости максимальной длины анкера от глубины расположения горных выработок

величины зоны разрушения пород вокруг горных выработок в табл. 2. Также построены графики зависимости величины зоны разрушения горных пород от глубины заложения выработок (рис. 4).

Активная длина анкера при условии закрепления его за пределами зоны обрушения определяется по формуле:

$$l_a = h + l_d,$$

где h – высота зоны разрушения (максимальный размер зоны разрушения) по Phase 2, м; l_d – длина заглубления анкера в устойчивые породы за пределами зоны возможного обрушения или зоны действия несущей породной плиты. По данным практики l_d принимается $0,3 \div 0,4$ м.

На основании выбора максимального размера зоны разрушения в

табл. 2 и формулы определения длины анкера можно определить оптимальную длину анкеров по табл. 3.

Выводы и рекомендации

Вышеизложенные результаты аналитических исследований, выполненных по программе PHASE 2 позволили сформулировать следующий вывод:

Глубина расположения горных выработок влияет на напряженно-деформированное состояние пород вокруг выработок. Чем больше глубина расположения выработок, тем больше значения напряжений и смещений пород на контуре выработки, а также зона разрушений пород вокруг выработки. Результаты исследований показывают, что глубина расположения горных выработок оказывает влияние на выбор оптимальной длины анкеров, которое изменяется 1,15 раза (рис. 5).




1. Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н., Малышев Ю.Н., Смирнов В.И., Лернер В.Г., Рахманинов Ю.П., Корчак А.В., Филимонов Б.А., Резуненко В.И., Левицкий А.М. Шахтное и подземное строительство. М.: Издательство академии горных наук, 2001. Т. 1.

2. Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н., Малышев Ю.Н., Смирнов В.И., Лернер В.Г., Рахманинов Ю.П., Руконов В.И., Панкратенко А.Н., Куликова Е.Ю.

Шахтное и подземное строительство. М.: Издательство академии горных наук, 2001. Т. 2.

3. Рогинский В.М. Проектирование и расчет железобетонной штанговой крепи. М.: Недра, 1971.

4. Широков А.П., Лидер В.А., Дзауров М.А., Рыжевский М.Е., Петров А.И. Анкерная крепь. М.: Недра, 1990.

5. Rocscience Inc. Phase 2 Tutorial. 2006. 

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

1. Нгуен Виет Динь – аспирант, e-mail: dinhhxldm@gmail.com,

2. Франкевич Геннадий Степанович – доктор технических наук, профессор, e-mail: ud@msmu.ru,

Московский Государственный Горный Университет.

UDC 622.016

DETERMINATION MAGNITUDE FAILED ZONE AND OPTIMAL LENGTH OF ROCK BOLTS AROUND ADITS BY NUMERICAL METHOD

Nguen Viet Din', Graduate Student, e-mail: dinhhxldm@gmail.com,

Frankevich G.S., Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: ud@msmu.ru, Moscow State Mining University.

Nowadays rock bolts are used widely when supporting adits in underground mines in Viet Nam and other countries over the world. However determination bolts parameters when using them combination with other supports in mines in other types of rock mass has disadvantages and difficulties. This paper introduces experiences determination impaction length of bolts on state of stress-deformation around adit tunnels by numerical method.

Key words: stress, deformation, transport tunnels, geomechanics, rock engineering, Phase 2.

REFERENCES

1. Kartozija B.A., Fedunec B.I., Shuplik M.N., Malyshev Ju.N., Smirnov V.I., Lerner V.G., Rahmaninov Ju.P., Korchak A.V., Filimonov B.A., Rezunenko V.I., Levickij A.M. *Shahtnoe i podzemnoe stroitel'stvo* (Mine and Underground Construction), Moscow, Izdatel'stvo akademii gornyh nauk, 2001, vol. 1.

2. Kartozija B.A., Fedunec B.I., Shuplik M.N., Malyshev Ju.N., Smirnov V.I., Lerner V.G., Rahmaninov Ju.P., Korchak A.V., Filimonov B.A., Rezunenko V.I., Levickij A.M. *Shahtnoe i podzemnoe stroitel'stvo* (Шахтное и подземное строительство- ПЕРЕВОД), Moscow, Izdatel'stvo akademii gornyh nauk, 2001, vol. 2.

3. Roginskij V.M. *Proektirovanie i raschet zhelezobetonnoj shtangovoj krep'i* (Design and Calculation of Reinforced-Concrete Roof Bolting), Moscow, Nedra, 1971.

4. Shirokov A.P., Lider V.A., Dzaurov M.A., Ryzhevskij M.E., Petrov A.I. *Ankernaja krep'* (Rock Bolting), Moscow, Nedra, 1990.

5. Rocscience Inc. Phase 2 Tutorial. 2006.