

УДК 622.272:004

В.В. Поляков**ОЦЕНКА СЛОЖНЫХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ПРИ ВЫЕМКЕ ТОНКИХ КРУТОПАДАЮЩИХ ЖИЛ**

Рассмотрены особенности распределения напряжений в массиве горных пород вблизи очистных выработок, приведены результаты исследования влияния направления преобладающих напряжений на поле напряжений вблизи очистного пространства.

Ключевые слова: метод конечных элементов, вертикальные и горизонтальные напряжения, разубоживание.

Практика горных работ на Холбинском руднике (ОАО «Бурятзолото») подтверждает существенное влияние глубины ведения горных работ на показатели вторичного разубоживания. Это влияние носит нелинейный характер и, кроме причин организационного и технологического порядка, определяется высокими значениями горизонтальных составляющих горного давления, которые превышают вертикальные в несколько раз [1].

Для Зун-Холбинского месторождения на глубине горных работ 500 м продольная относительно простирания жилы горизонтальная составляющая полного напряжения ($\sigma_{пр}$) превышает вертикальную (σ_z) в 1,9 раз, а поперечная ($\sigma_{попер}$) — в 1,3 раза. В то же время на глубине около 400 метров при незначительной величине поперечной составляющей продольная составляющая полного напряжения достигала 2,5 от вертикальной составляющей [2].

Такое соотношение составляющих напряжения определяет влияние на устойчивость блоков, а, в конечном счете, на эффективность недропользования. Поэтому этот фактор заслуживает особого внимания.

Оценка напряженного состояния на контуре очистного пространства

для системы с magazинированием руды блоками может быть выполнена моделированием в системе MSC Nastran for Windows, использующей в основе расчета метод конечных элементов, и проверена инструментальными замерами, в том числе, реперными станциями.

Размеры блока для моделирования приняты следующие: высота — 50 м, длина — 30—50 м, вынимаемая мощность — 2 м. Полученные результаты для характерных точек на контуре очистного пространства приведены в табл. 1—2 и на рис. 1—3.

При анализе полученных результатов были выявлены следующие основные закономерности:

По мере увеличения продольной составляющей напряжений в массиве наблюдается перемещение зон максимальных концентраций растягивающих напряжений от центральной части к флангам блока. На рис. 2 показаны эти зоны, которые, несмотря на меньшую площадь, охватываемой ими поверхности лежачего бока, включают в себя точки максимума напряжений.

Интенсивность максимальных напряжений с возрастанием поперечной составляющей горного давления также растет с концентрацией в центральной части блока. Очевиден

Таблица 1

Напряжения на контуре блока при увеличении продольной составляющей горного давления (Поперечная составляющая постоянна и составляет — 1,3 σ_z), МПа

Продольная составляющая горного давления для блока длиной и высотой 50 м		1,9 σ_z	2,0 σ_z	2,1 σ_z	2,2 σ_z	2,3 σ_z	2,4 σ_z	2,5 σ_z
Максимальные растягивающие напряжения	В средней части блока	9,2	7,7	6,3	5,8	5,8	5,8	5,7
	В кровле заездов	8,1	7,8	7,6	7,3	7,1	6,9	6,7
Сжимающие напряжения	на контурах заездов	70	70,3	70,9	71,6	72,3	73	73,6
	В потолочине	67,1	68,6	70,1	71,7	73,2	74,8	76,3

Таблица 2

Напряжения на контуре блока при увеличении поперечной составляющей горного давления (Продольная составляющая постоянна и составляет 1,9 σ_z), МПа

Поперечная составляющая горного давления для блока длиной и высотой 50 м		1,3 σ_z	1,4 σ_z	1,5 σ_z	1,6 σ_z	1,7 σ_z	1,8 σ_z	1,9 σ_z
Максимальные растягивающие напряжения	в средней части блока	9,2	12,1	15,3	18,5	21,2	23,8	27,5
	в кровле заездов	8,1	9,5	10,8	12,2	13,5	14,9	16,3
Сжимающие напряжения	на контурах заездов	70	73,5	77,5	81,4	85,3	89,2	93,1
	в потолочине	67,1	70,0	73,0	75,9	78,9	81,8	84,8

нелинейный характер изменения максимума значений растягивающих напряжений по отношению к изменяющейся нагрузке. Так увеличение значения поперечной составляющей в полтора раза вызывает рост растягивающих напряжений в центральной части лежащего и висячего боков очистного блока почти в 3 раза, сжимающие напряжения в потолочине и почве погрузочных заездов увеличиваются в 3 раза, напряжения в кровле погрузочных заездов в 2 раза (см. рис. 1 и 3).

Составляющие напряжений горного массива могут быть замерены существующими методами, в том числе шелевой разгрузкой массива, успешно апробированной на рудниках ОАО «Бурятзолото».

Исследование диаграмм распределения напряжений позволяет обосновать коэффициенты концентрации напряжений в очистных блоках с учетом мест заложения замерных станций.

Даже на выполненном этапе исследований можно сформулировать следующие выводы:

1. Возрастание продольной относительно плоскости простирания жилы составляющей горного давления не является угрожающим для устойчивости очистного блока, однако, существенно увеличивает нагрузку на выработки днища блока, в особенности на сопряжения погрузочных заездов с очистным пространством.

2. Увеличение поперечной составляющей горного давления представляет

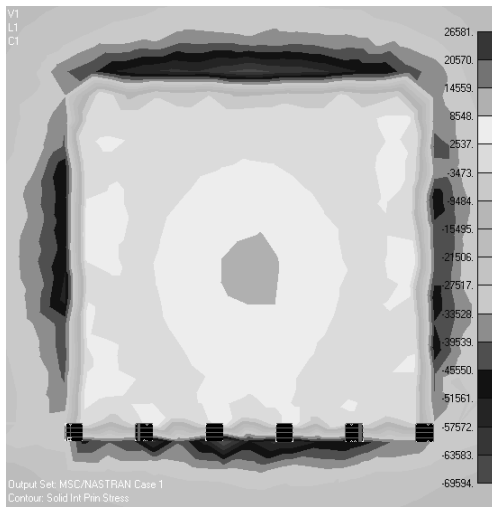


Рис. 1. Характер распределения полных напряжений на контуре лежащего бока в плоскости простираения жилы при $\sigma_{\text{попер}} = 1,3 \sigma_z$ $\sigma_{\text{пр}} = 1,9 \sigma_z$

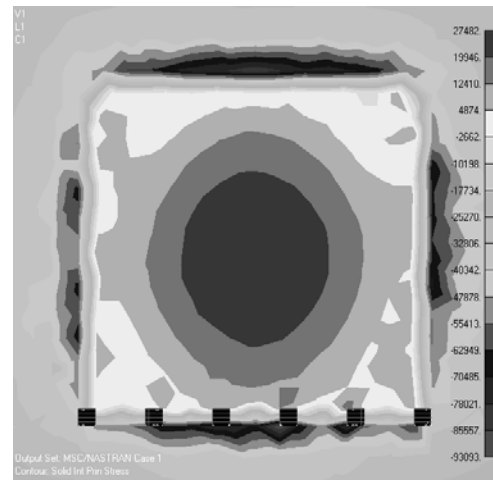


Рис. 3 Характер распределения полных напряжений на контуре лежащего бока (Па) в плоскости простираения жилы при увеличении $\sigma_{\text{попер}}$ до $1,9 \sigma_z$ ($\sigma_{\text{пр}} = 1,9 \sigma_z$)

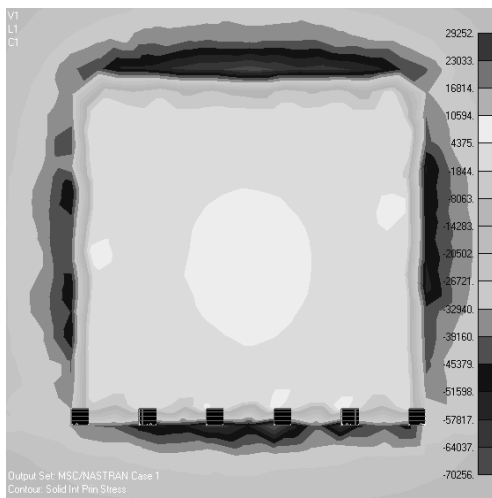


Рис. 2 Характер распределения полных напряжений на контуре лежащего бока в плоскости простираения жилы при увеличении $\sigma_{\text{пр}}$ до $2,5 \sigma_z$

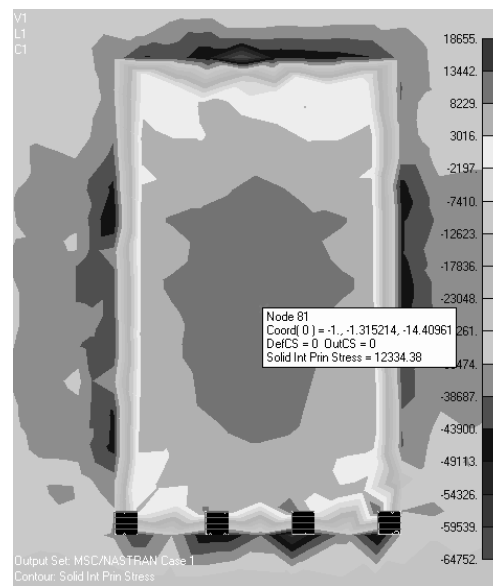


Рис.4 Напряжения на контуре лежащего бока (Па) блока длиной 30 метров при $\sigma_{\text{попер}} = 1,9 \sigma_z$ $\sigma_{\text{пр}} = 1,9 \sigma_z$

наибольшую угрозу для устойчивости очистного пространства и требует кардинальных изменений применяемой технологии и проведения дополнительных мероприятий для снижения опасного воздействия горного давления.

3. Очевидно влияние длины блока на значения максимальных полных напряжений в лежащем и висячем

боку блока. Так при снижении длины блока до 30 метров при соотношении вертикальной, продольной и поперечной составляющей горного давления 1х1,9х1,9 они снизились в два раза и составили 12,3 МПа (см. рис. 4).

На основании пунктов проведенных исследований можно судить насколько важным, с точки зрения оценки устойчивости очистного пространства является точное определение направления преобладающих напряжений в массиве пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галаев Н.З.* Управление состоянием массива горных пород при подземной разработке рудных месторождений: учеб. для вузов.—М.:Недра, 1990. — 176 с.:ил..

2. «Разработка прогрессивной технологии и обоснование рациональных параметров очистных работ при эксплуатации верхних горизонтов Холбинского месторождения (промежуточный отчет по теме 551). Раздел 3. Исследование ФМС руд и вме-

щающих пород / Исп. Хорохонов Ю.Б. — Иркутск :Фонды НИЧ ИргТУ. С. 85-103.

3. *Амусин Б.З., Фадеев А.Б.* Метод конечных элементов при решении задач горной геомеханики. — М.: Недра, 1981.

4. *Анализ систем разработки с магазинированием руды, проведение прочностных хронометрических наблюдений, разработка рекомендаций по совершенствованию систем с магазинированием.* — Иркутск, ИРГИРЕДМЕТ, 1991. **ТАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Поляков Владимир Владимирович — соискатель, e-mail: kendyk@yandex.ru, Иркутский государственный технический университет.



MINING WORLD-2012



Яков Егоршин (AtlasCopco), Ольга Киреева («Горная книга»)