

УДК 622.831.3

А.А. Козырев, И.Э. Семенова, В.В. Рыбин, И.М. Аветисян
**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА
ПОРОД ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ НА ОСНОВЕ
ДАННЫХ НАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ОКРЕСТНОСТИ
КРУПНОЙ КАРЬЕРНОЙ ВЫЕМКИ**

*Представлены результаты моделирования напряженного состояния массива пород методом конечных элементов в окрестности крупной карьерной выемки. Модель позволяет учитывать влияние крупных разломов. Граничные условия заданы исходя из результатов измерений параметров напряжений *in situ*. Определено положение опасных зон в прибортовом массиве.*

Ключевые слова: горная порода, карьер, скважина, ультразвуковой каротаж, рельеф, горизонт, выемка.

Увеличение угла наклона бортов карьеров является одним из наиболее радикальных путей минимизации затрат на разработку месторождений полезных ископаемых открытым способом. При этом переход к формированию бортов карьера с увеличенными углами откосов борта, хотя затраты на это неизбежны и значительны, нельзя воспринимать как удорожающий и усложняющий производственный фактор. Данные расходы являются инвестициями в развитие горного предприятия. Экономический эффект от повышения до предельного значения генеральных углов наклона бортов даже для среднего по масштабам карьера может быть весьма значителен за счет увеличения его глубины и уменьшения объемов вскрыши.

Учитывая высокую значимость правильного определения углов наклона бортов в предельном положении, Горный институт КНЦ РАН с начала 1990-х годов начал исследования в этой области с учетом фактического напряженно-деформирован-

ного состояния вмещающего массива горных пород и параметров нарушенной зоны в приконтурной зоне карьера рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК». Подобные исследования проводятся также и на других карьерах Кольского полуострова [1, 2 и др.].

Была разработана комплексная методика, и проведены измерения напряжений и свойств пород методами разгрузки, телесъемки, ультразвукового каротажа, контроля разрушения скважин.

В таблице представлены обобщенные данные измерений параметров напряженного состояния массива пород карьера рудника «Железный» методом разгрузки [3]. В таблице также приведены расчетные параметры напряженного состояния массива пород исходя только из собственного веса вышележащих пород.

Сравнение расчетных и измеренных величин напряжений в массиве показывает, что действующие значения максимальных компонент главных

напряжений в изучаемом массиве пород в направлении по длинной оси карьера. В этом случае состояние борта карьера соответствует приведенному на рис. 8, б, г, что является более благоприятным с точки зрения его устойчивости.

В результате выполненной работы:

Изучены особенности распределения напряжений в окрестности глубокой карьерной выемки, находящейся в массиве пород с гравитационно-тектоническим типом НДС, которые связаны, прежде всего с тем, что борт карьера пересекают несколько зон с различным соотношением гравитационных и тектонических сил. Так нижняя часть проектируемого карьерного пространства (-800м ÷ -1000м) находится в зоне, где гравитационная составляющая напряжений сопоставима с тектонической, а под дном проектной выемки расположена зона гидростатического действия сил.

Определено местоположение зон концентраций сжимающих напряжений в зависимости от направления F_T в массиве пород. Выявленные области концентраций σ_{\max} позволяют сделать вывод о меньшем уровне действующих напряжений при направлении F_T по длинной оси и о большем уровне действующих напряжений при направлении F_T по короткой оси выемки.

Показано, что в прибортовой части карьерной выемки возможно формирование техногенных трещин отрыва, ориентировка которых зависит от направления F_T в массиве пород.

Дальнейшими направлениями исследований являются: постановка и расчет вариантов с учетом наиболее крупных разломных зон; построение локальных моделей отдельных уступов борта карьера с заданием граничных условий из предыдущего этапа моделирования и уточненный анализ НДС.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 07-05-13579 офи_ц, № 06-05-64681 и № 06-05-03006).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция формирования нерабочих бортов глубоких карьеров Кольского Заполярья / Н.Н. Мельников, А.А. Козырев, С.П. Решетняк, Э.В. Каспарьян, В.В. Рыбин, В.С. Свинин, А.Н. Рыжков // Горный журнал, 2004. — № 9. — С. 45—50.
2. Концептуальные основы оптимизации конструкции бортов карьеров Кольского полуострова в конечном положении / Н.Н. Мельников, А.А. Козырев, С.П. Решетняк, Э.В. Каспарьян, В.В. Рыбин, И.В. Мелик-Гайказов, В.С. Свинин, А.Н. Рыжков // Труды 8-го международного симпозиума «Горное дело в Арктике» (под ред. Н.Н. Мельникова, С.П. Решетняка). Апатиты. Мурманская область. Россия. 20—23 июня 2005 г. — Санкт-Петербург: изд. «Типография Иван Федоров», 2005. — С. 2—14.
3. Руководство по измерению напряжений в массиве скальных пород методом разгрузки (вариант торцевых измерений) / АН СССР, Кол. Фил., Горн. ин-т; Сост.: И.А. Турчанинов, Г.А. Марков, В.И. Иванов. — Апатиты, 1970. — 48 с.
4. Галустьян Э.Л. Управление геомеханическими процессами в карьерах. — М.: Недра, 1980. — 237 с.
5. Козырев А.А., Павлов В.В., Мальцев В.А. К проблеме устойчивости бортов глубоких карьеров в высоконапряженных массивах // Проблемы разработки глубоких карьеров: Материалы международного симпозиума по открытым горным работам «Мирный-91»/ Мирный/ 25—27 июня 1991. — Удачный, 1991. — С. 129—134.
6. Зубков А.В. Геомеханика и геотехнология. — Екатеринбург: изд. УрО РАН, 2001. — 335 с.
7. T.R. Stacey. Slope Stability in High Stress and Hard Rock Conditions. Slope Stability 2007. — PP. 187—200.

**Параметры напряженного состояния массива пород
карьера рудника «Железный»**

Абсолютная отметка измерительной станции, время проведения измерений, место измерений	H _{ср.} , м	Измеренные параметры напряженного состояния массива пород по результатам измерений методом разгрузки			Расчетные напряжения в массиве пород исходя только из собственного веса вышележащих пород	
		σ_{max} , МПа	σ_{min} , МПа	$B_{\sigma_{max}}$, °	$\sigma_{верт}^{cp}$, МПа	$\sigma_{гор}^{cp}$, МПа
+10м, 2007, северо-восточный борт	247	20	3	-24°	7.4	2.4
+25м, 2007, северо-восточный борт	232	24	14	-15°	7	2.3
+40м, 2005, северо-восточный борт	217	13	4	18°	6.5	2.2
+94м, 2000, северо-восточный борт	163	20	4	18°	5	1.6
+94м, 2000, северо-восточный борт	163	22	9	-14°	5	1.6
+118м, 2005, северо-западный борт	90	5	-1	6°	2.7	0.9
+142м, 2001, северо-западный борт	65	8	-2	43°	2	0.6
+154м, 2005, юго-восточный борт	52	11	3	88°	1.6	0.5
+166м, 2003, юго-восточный борт	40	3	-1	13°	1.2	0.4

Условные обозначения: $H_{ср}$ — средняя глубина положения измерительной станции от первоначального рельефа, м; σ_{max} — максимальная компонента напряжений, МПа; σ_{min} — минимальная компонента напряжений, МПа; $B_{\sigma_{max}}$ — угол наклона σ_{max} к горизонту, град.; $\sigma_{верт}^{cp}$ — вертикальная компонента (γH), МПа; $\sigma_{гор}^{cp}$, горизонтальная компонента ($\lambda \gamma H$), МПа, где λ — коэффициент Пуассона.

напряжений на всех станциях превышают максимальные расчетные напряжения от собственного веса вышележащих пород. При этом в большинстве случаев отношение $\sigma_{max} / \sigma_{верт}^{cp} > 2$. Это обстоятельство позволяет сделать вывод о соответствии напряженного состояния массива пород исследованных месторождений гравитационно-тектоническому типу.

Действие в массиве пород повышенных горизонтальных напряжений неоднозначно влияет на устойчивость бортов и уступов карьеров. С одной стороны, создается дополнительная нагрузка, нормальная граням струк-

турных блоков, перпендикулярных контуру карьера, что увеличивает силу трения по контактам блоков пород, и как следствие, повышается устойчивость, как отдельных уступов, так и бортов карьера в целом. С другой стороны, учитывая прогнозируемый уровень действующих напряжений на уровне дна карьера, сравнимый с прочностью на одноосное сжатие скальных пород борта, становится вероятным разрушение скальных пород в динамической форме.

В данных условиях особенно важной является задача прогноза геомеханического состояния массива, включающего карьерную выемку, и

устойчивости его конструктивных элементов [4]. Для решения этой проблемы в отечественной и зарубежной практике успешно применяются численные методы, позволяющие оценить напряженно-деформированное состояние (НДС) массива пород с учетом конфигурации очистных пространств и их развития в пространстве и времени [5, 6, 7, 8].

Для представленных в данной работе исследований был выбран метод конечных элементов (МКЭ) в упругой постановке, что позволило: во-первых, задать адекватные исследуемому объекту граничные условия по напряженному состоянию (использованы приведенные выше данные измерения напряжений); во-вторых, учесть неоднородности различного иерархического уровня и, в-третьих, с достаточной детальностью промоделировать конфигурацию рельефа и геометрию очистных пространств. Расчеты выполнены в среде программного комплекса *Sigma3D*, разработанного в Горном институте КНЦ РАН [9].

Границы модели выбраны в соответствии с принципом Сен-Венана, согласно которому зона влияния особенности распространяется на расстояние не более трех ее характерных размеров. Такими характерными размерами в нашем случае являются радиусы карьера по длинной ($R \approx 1150$ м) и по короткой оси ($r \approx 830$ м) и его максимальная проектная глубина ($H_{\max} = 1000$ м). В итоге, размер области моделирования — $8000 \times 7500 \times 3050$ м³. Типовое горизонтальное сечение модели представлено на рис. 1, а, вертикальное — на рис. 1, б.

С использованием разработанной модели на данный момент рассчитано несколько вариантов задачи распределения параметров НДС в массиве, которые можно разделить на две

группы по граничным условиям: чисто гравитационное напряженное состояние ($\sigma_1 = \gamma H$, $\sigma_2 = \sigma_3 = \lambda \gamma H$, где γ , H и λ — соответственно объемный вес, глубина и коэффициент бокового распора), и гравитационно-тектоническое напряженное состояние. Причем варианты с учетом тектонических сил были просчитаны как при условии действия их максимальной составляющей по короткой оси карьерной выемки (совпадающей с направлением оси Y модели), так и по ее длинной оси (совпадающей с направлением оси X модели). Схемы задания граничных условий представлены на рис. 2. Для каждого вида граничных условий рассчитывали НДС: для исходного состояния массива пород; при выемке карьерных запасов, соответствующей его реальной глубине, до абсолютной высотной отметки +10 м (глубина карьера 340 м); при проектной глубине карьерной выемки до отметки -650 м (глубина карьера 1000 м).

Заданная максимальная горизонтальная пригрузка составила на уровне дневной поверхности 1 МПа, а на уровне дна модели — 65 МПа. Коэффициент бокового отпора с учетом действия тектонической нагрузки $K_6 = 0.5$. Учитывая общие закономерности распределения тектонических напряжений с глубиной, предположили, что на глубинах более 400 ч 500 м зависимость $\sigma_{\max} = f(H)$ будет нелинейной. При этом рост напряжений с глубиной будет затухать.

В первую очередь для получения исходного поля напряжений и проверки корректности задания граничных условий были просчитаны варианты с исходным рельефом дневной поверхности без учета неоднородностей среды для указанных выше типов задаваемого нагружения.

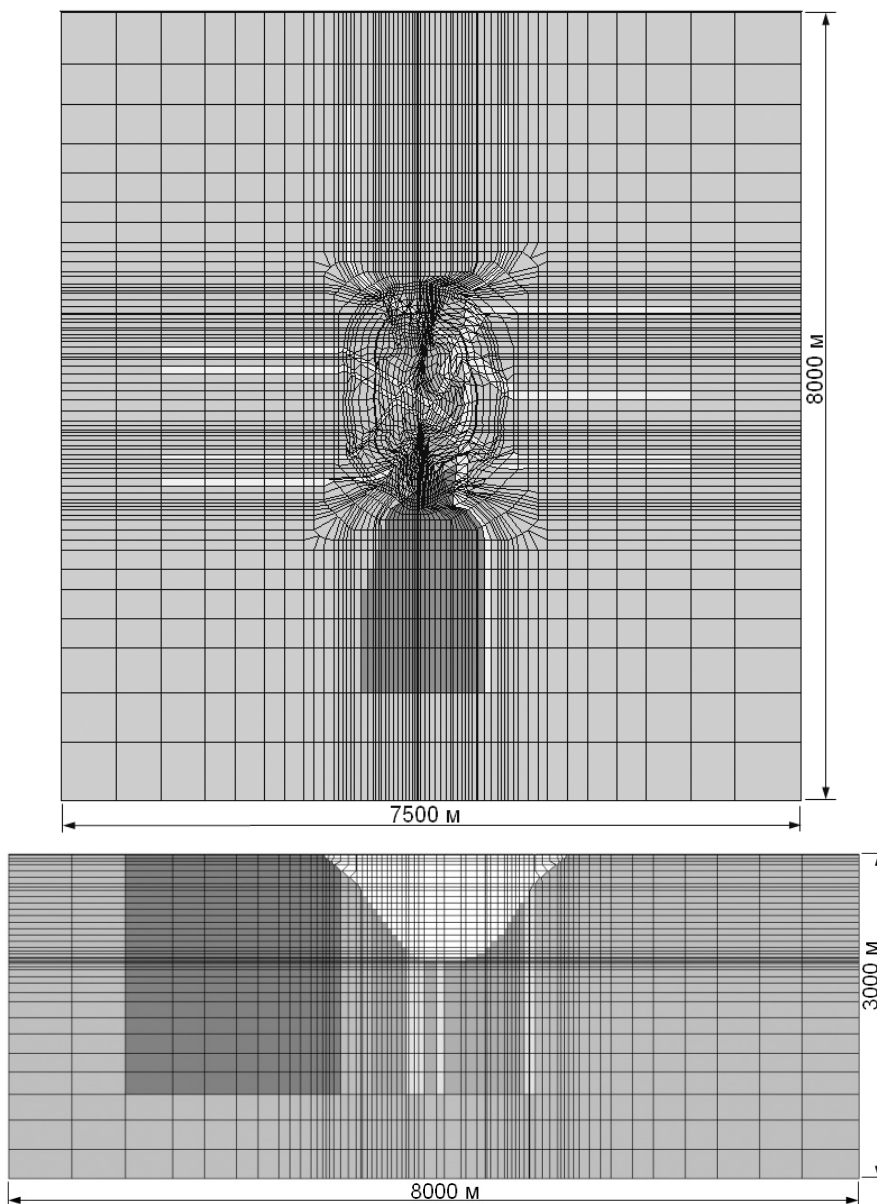


Рис. 1. Вид области моделирования с разбивкой на конечные элементы а) в плане б) по вертикальному разрезу: — рудное тело; — вмещающий массив; — разломные структуры I порядка; — ослабленная зона

При анализе расчетного варианта с тектонической пригрузкой отмечено увеличение абсолютных значений максимальной сжимающей компоненты напряжений (σ_{\max}) на глубинах, не

превышающих проектной карьерной выемки. В этих же высотных отметках происходит переориентация векторов σ_{\max} , которые становятся субгоризонтальными в отличие от суб-

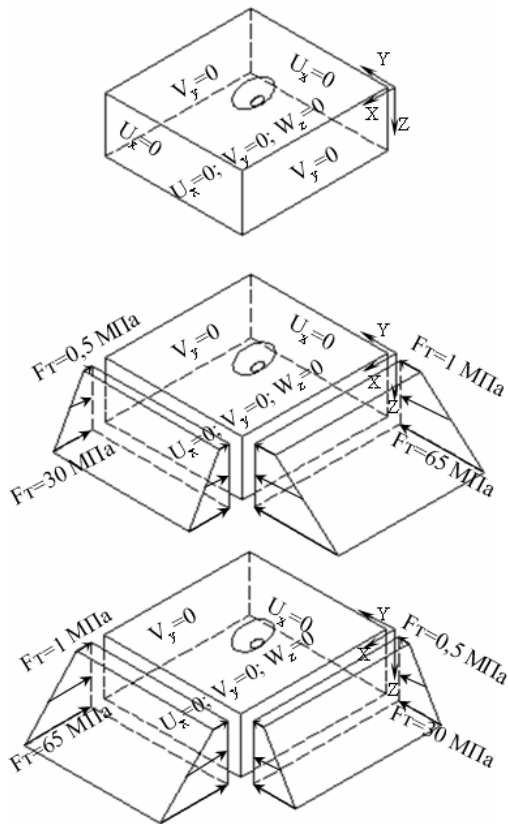


Рис. 2. Схемы задания граничных условий для расчетных вариантов: а — гравитационная постановка; б — с учетом тектонических сил $F_{TX} < F_{TY}$; в — с учетом тектонических сил $F_{TX} > F_{TY}$

вертикального направления σ_{\max} в варианте без учета тектонических сил. Под проектным карьерным пространством образуется зона, в которой гравитационная составляющая напряжений сопоставима с тектонической, с увеличением глубины направление векторов максимальной сжимающей компоненты напряжений становится все ближе к вертикальному (рис. 3).

В следующей группе вариантов была промоделирована карьерная выемка до глубины +10 м, что соот-

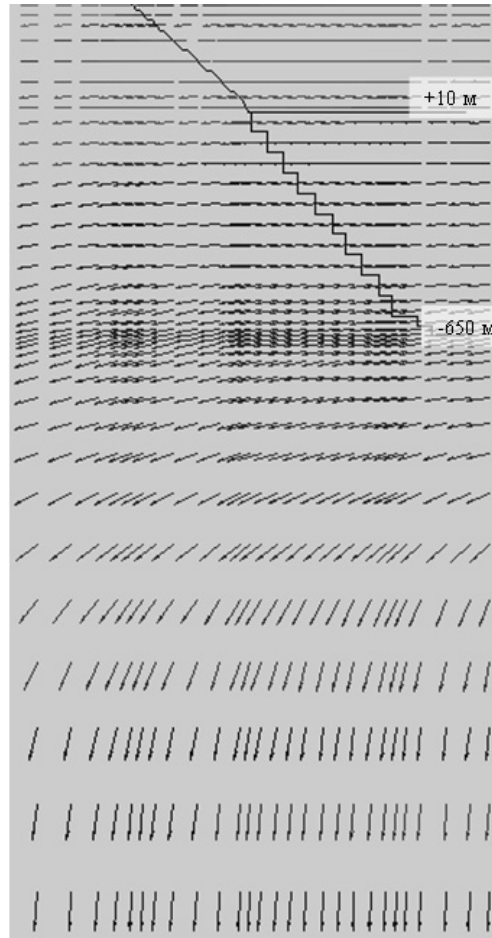
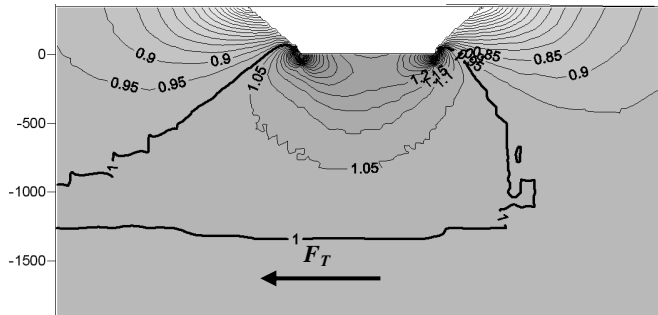


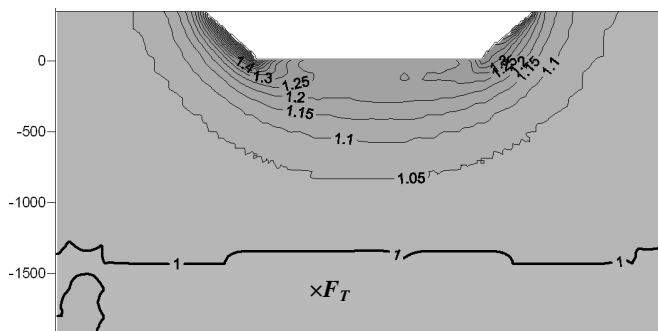
Рис. 3. Распределение векторов σ_{\max} для нетронутого массива под совместным действием собственного веса и тектоники в вертикальном сечении по оси будущего карьера

ветствует реальной глубине карьера, при различном задании граничных условий. При учете только собственного веса пород, как и следовало ожидать, выемка определенной массы пород снижает уровень напряжений, характерный для аналогичных высотных отметок в исходном НДС. Непосредственно на уровне дна карьерной выемки произошло снижение напряжений более чем в 2 раза.

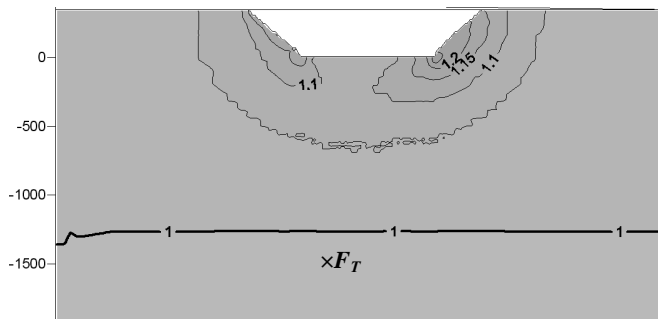
а) сечение по короткой оси карьера



б) сечение по длинной оси карьера



в) сечение по короткой оси карьера



г) сечение по длинной оси карьера

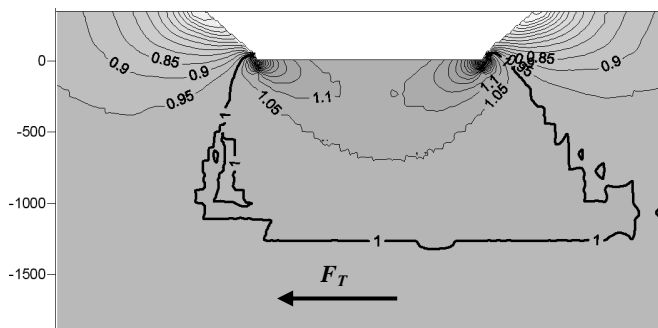


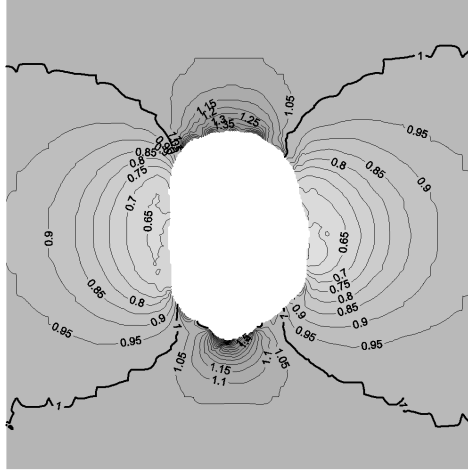
Рис. 4. Коэффициенты концентрации σ_{\max} в окрестности карьерной выемки с глубиной 340 м в вертикальных сечениях: а, б — при действии максимальной тектонической нагрузки (F_T) по короткой оси карьера; в, г — при действии F_T по длинной оси карьера

При анализе аналогичных по параметрам карьера расчетных вариантов с тектонической пригрузкой следует отметить:

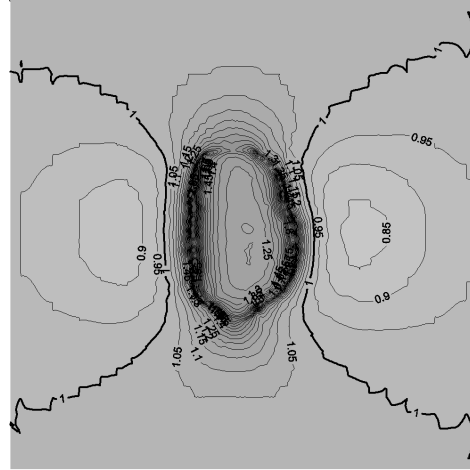
- образование зон концентрации напряжений сжатия у сопряжений дна и бортов карьера (рис. 4, а и 4, в), перпендикулярных заданным горизонтальным напряжениям. То есть при действии максимальных горизонтальных напряжений по короткой оси карьера, более пригруженными оказываются сопряжения дна с протяженными участками борта (рис. 4, а, 5, б); значения коэффициентов концентрации ($K_{\sigma_{\max}}$) в этом случае достигают 2.1. А при действии максимальных горизонтальных напряжений по длинной оси карьера образуются зоны концентраций сопряжений дна и коротких участков бортов карьера (4г, 5г); $K_{\sigma_{\max}} \leq 1.7$. При этом уровень напряжений в окрестности верхних и средних участков соответствующих бортов ниже исходного.

- формирование зон концентраций напряжений в бортах карьера, согласных с направлением дей-

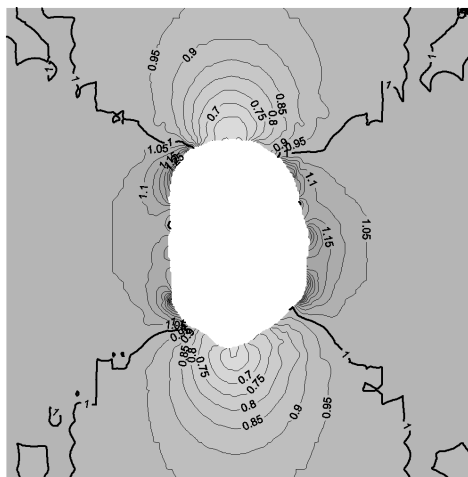
а) сечение по гор.+150 м



б) сечение под дном карьера (гор.-20 м)



в) сечение по гор.+150 м



г) сечение под дном карьера (гор.-20 м)

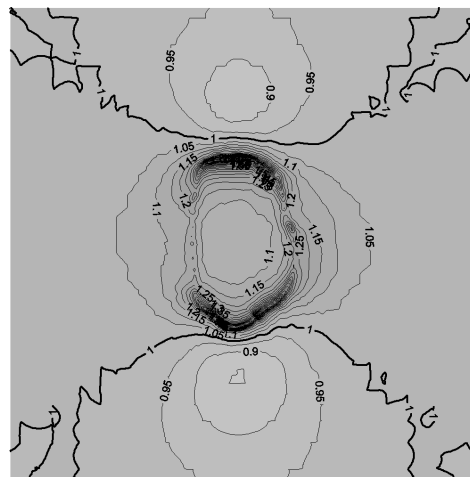


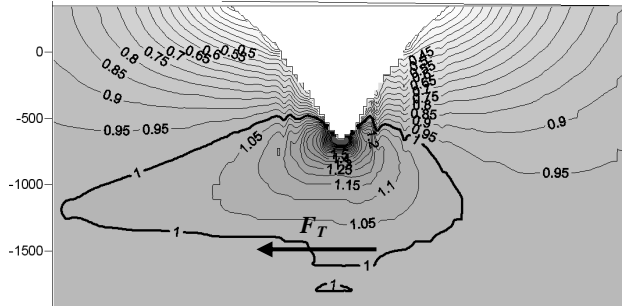
Рис. 5. Коэффициенты концентрации σ_{\max} в окрестности карьерной выемки с глубиной 340 м в горизонтальных сечениях: а, б — при действии максимальной тектонической нагрузки (F_T) по короткой оси карьера; в, г — при действии F_T по длинной оси карьера

ствия F_T , с уровнем коэффициентов концентрации: при действии F_T по короткой оси карьера (рис. 4, б и 5, а) $K_{\sigma_{\max}}$ находится в пределах $1,2 \div 1,6$; при действии F_T по длинной оси карьера (рис. 4, в и 5, в) $K_{\sigma_{\max}}$ в пределах $1,1 \div 1,2$.

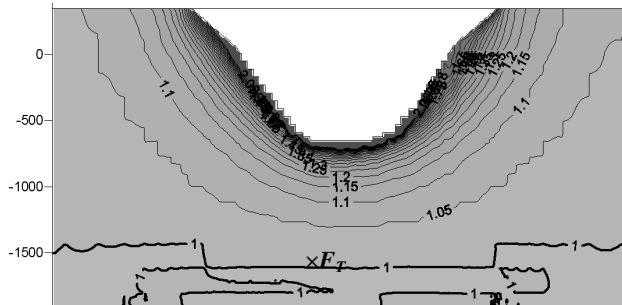
При выемке карьера до проектного уровня (-650 м) под действием собственного веса продолжается

снижение напряжений в окрестности карьера на соответствующих высотных отметках. В непосредственной близости от бортов карьера напряжения несущественно увеличились. Под дном протомоделированного проектного карьера напряжения снижаются в 6 раз по сравнению с исходным уровнем σ_{\max} для данных высотных отметок.

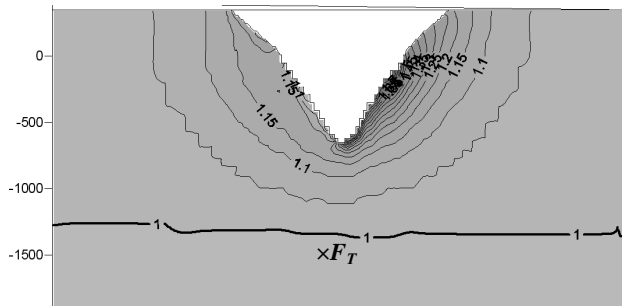
а) сечение по короткой оси карьера



б) сечение по длинной оси карьера



а) сечение по короткой оси карьера



б) сечение по длинной оси карьера

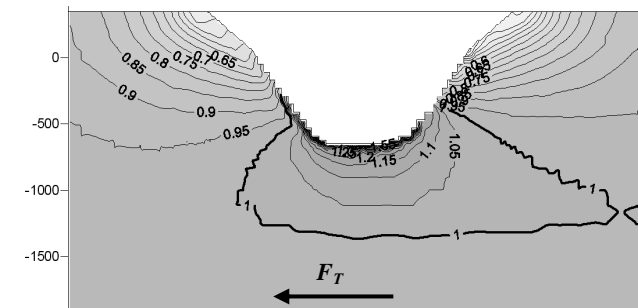


Рис. 6. Коэффициенты концентрации σ_{max} в окрестности карьерной выемки с глубиной 1000 м в вертикальных сечениях: а, б — при действии максимальной тектонической нагрузки (F_T) по короткой оси карьера; в, г — при действии F_T по длинной оси карьера

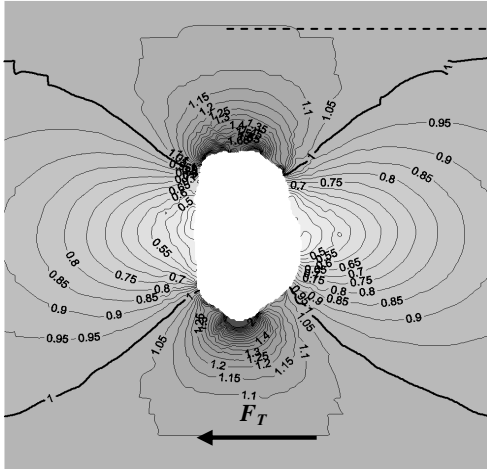
Анализ результатов расчета НДС в окрестности проектной карьерной выемки с учетом действия тектоники показал:

- образование зон концентрации напряжений у сопряжений дна и бортов карьера (рис. 6 и 7, б, г). При действии максимальных горизонтальных напряжений по короткой оси карьера, значения коэффициентов концентрации ($K\sigma_{max}$) в этом случае достигают 6.2. При действии максимальных горизонтальных напряжений по длинной оси карьера $K\sigma_{max} \leq 2.2$.

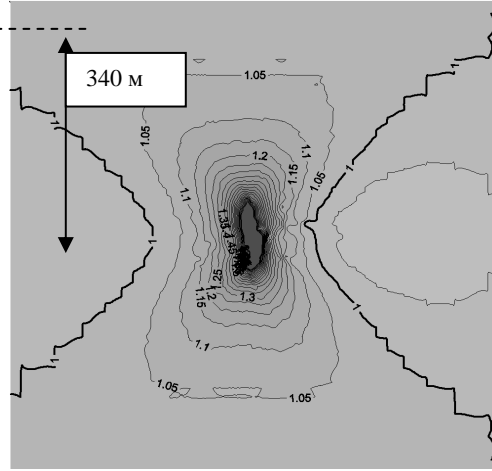
- уровень напряжений в окрестности верхних и средних участков соответствующих бортов, перпендикулярных заданным горизонтальным напряжениям, ниже исходного (рис. 6, а, г, 7, а, в).

- формирование зон концентраций напряжений в бортах карьера, согласных с направлением действия F_T , с уровнем коэффициентов концентрации: при действии F_T по короткой оси карьера (рис. 6, б и 7, а) $K\sigma_{max}$ находится в

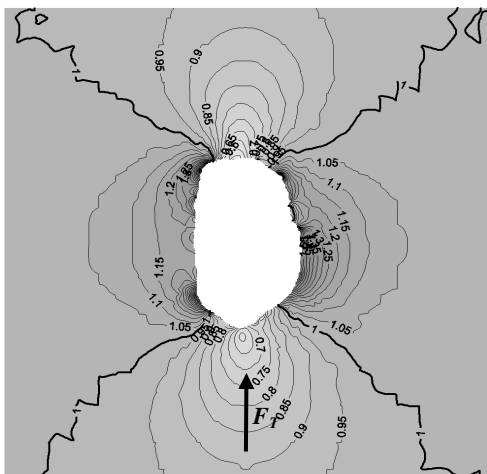
а) сечение по гор.-20 м



б) сечение под дном карьера (гор.-660 м)



в) сечение по гор.-20 м



г) сечение под дном карьера (гор.-660 м)

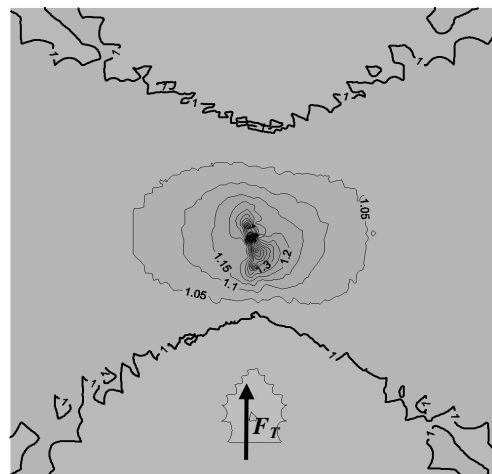


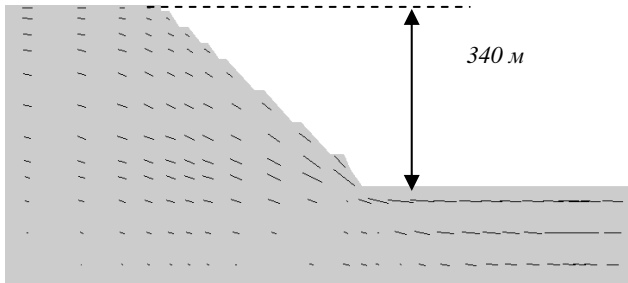
Рис. 7. Коэффициенты концентрации σ_{\max} в окрестности карьерной выемки с глубиной 1000 м в горизонтальных сечениях: а, б — при действии максимальной тектонической нагрузки (F_T) по короткой оси карьера; в, г — при действии F_T по длинной оси карьера

пределах 1.2÷2.6; при действии F_T по длинной оси карьера (рис. 6, в и 7, в) $K_{\sigma_{\max}}$ в пределах 1.1÷1.5. Причем более высокий уровень концентрации сжимающих напряжений отмечен в окрестности части борта с вертикальными уступами.

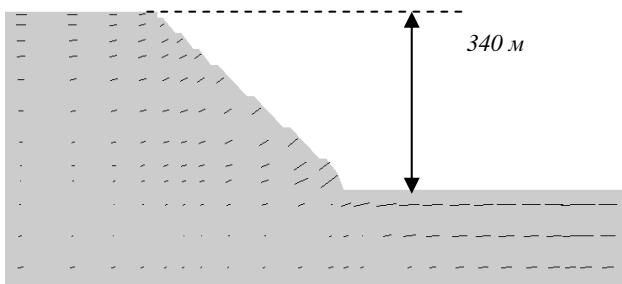
Анализировали также направление площадок действия растягивающих де-

формаций ϵ_3 , по которым можно судить о вероятной ориентировке прорастания трещин в прибортовом массиве пород. Области значимых по абсолютным величинам растяжений формируются в гравитационно-тектоническом поле напряжений в бортах карьера, перпендикулярных действию максимальных заданных горизонтальных напряжений.

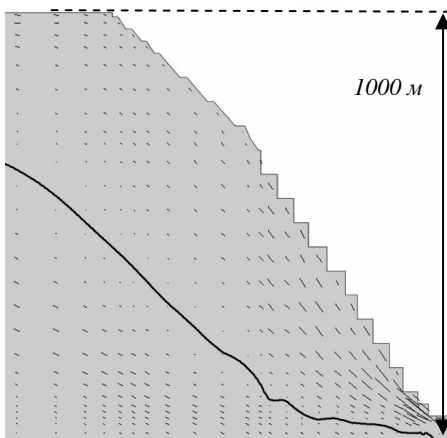
а) сечение по короткой оси карьера



б) сечение по длинной оси карьера



в) сечение по короткой оси карьера



г) сечение по длинной оси карьера

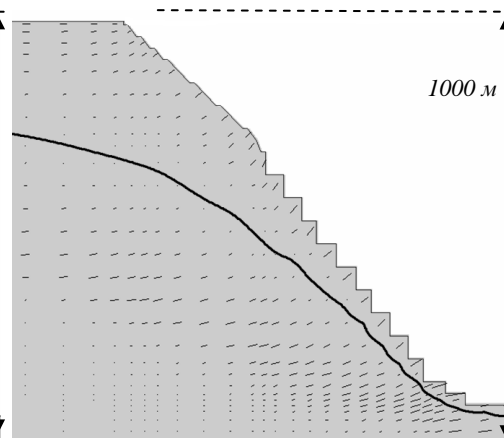


Рис. 8. Распределение проекций площадок ϵ_3 : а, в — при действии максимальной тектонической нагрузки (F_T) по короткой оси карьера; б, г — при действии F_T по длинной оси карьера. (Жирной линией отделена зона растяжений, прилегающая к борту карьера)

В случае действия F_T по короткой оси карьера возможно прорастание трещин, субпараллельных борту карьера (рис. 8, а, в). При действии F_T по длинной оси выемки могут формироваться трещины, перпендикулярные борту (рис. 8, б, г).

При этом следует заметить, что существует предположение, подкрепляемое результатами исследований искривления стволов длинных геолого-разведочных скважин, об ориентации максимальной компоненты главных

напряжений в изучаемом массиве пород в направлении по длинной оси карьера. В этом случае состояние борта карьера соответствует приведенному на рис. 8, б, г, что является более благоприятным с точки зрения его устойчивости.

В результате выполненной работы:

Изучены особенности распределения напряжений в окрестности глубокой карьерной выемки, находящейся в массиве пород с гравитационно-тектоническим типом НДС, которые связаны, прежде всего с тем, что борт карьера пересекают несколько зон с различным соотношением гравитационных и тектонических сил. Так нижняя часть проектируемого карьерного пространства (-800м ÷ -1000м) находится в зоне, где гравитационная составляющая напряжений сопоставима с тектонической, а под дном проектной выемки расположена зона гидростатического действия сил.

Определено местоположение зон концентраций сжимающих напряжений в зависимости от направления F_T в массиве пород. Выявленные области концентраций σ_{\max} позволяют сделать вывод о меньшем уровне действующих напряжений при направлении F_T по длинной оси и о большем уровне действующих напряжений при направлении F_T по короткой оси выемки.

Показано, что в прибортовой части карьерной выемки возможно формирование техногенных трещин отрыва, ориентировка которых зависит от направления F_T в массиве пород.

Дальнейшими направлениями исследований являются: постановка и расчет вариантов с учетом наиболее крупных разломных зон; построение локальных моделей отдельных уступов борта карьера с заданием граничных условий из предыдущего этапа моделирования и уточненный анализ НДС.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 07-05-13579 офи_ц, № 06-05-64681 и № 06-05-03006).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция формирования нерабочих бортов глубоких карьеров Кольского Заполярья / Н.Н. Мельников, А.А. Козырев, С.П. Решетняк, Э.В. Каспарьян, В.В. Рыбин, В.С. Свинин, А.Н. Рыжков // Горный журнал, 2004. — № 9. — С. 45—50.
2. Концептуальные основы оптимизации конструкции бортов карьеров Кольского полуострова в конечном положении / Н.Н. Мельников, А.А. Козырев, С.П. Решетняк, Э.В. Каспарьян, В.В. Рыбин, И.В. Мелик-Гайказов, В.С. Свинин, А.Н. Рыжков // Труды 8-го международного симпозиума «Горное дело в Арктике» (под ред. Н.Н. Мельникова, С.П. Решетняка). Апатиты. Мурманская область. Россия. 20—23 июня 2005 г. — Санкт-Петербург: изд. «Типография Иван Федоров», 2005. — С. 2—14.
3. Руководство по измерению напряжений в массиве скальных пород методом разгрузки (вариант торцевых измерений) / АН СССР, Кол. Фил., Горн. ин-т; Сост.: И.А. Турчанинов, Г.А. Марков, В.И. Иванов. — Апатиты, 1970. — 48 с.
4. Галустьян Э.Л. Управление геомеханическими процессами в карьерах. — М.: Недра, 1980. — 237 с.
5. Козырев А.А., Павлов В.В., Мальцев В.А. К проблеме устойчивости бортов глубоких карьеров в высоконапряженных массивах // Проблемы разработки глубоких карьеров: Материалы международного симпозиума по открытым горным работам «Мирный-91»/ Мирный/ 25—27 июня 1991. — Удачный, 1991. — С. 129—134.
6. Зубков А.В. Геомеханика и геотехнология. — Екатеринбург: изд. УрО РАН, 2001. — 335 с.
7. T.R. Stacey. Slope Stability in High Stress and Hard Rock Conditions. Slope Stability 2007. — PP. 187—200.

8. *D. Stead, J.S. Coggan, D. Elmo, M. Yan. Modelling Brittle Fracture in Rock Slopes — Experience Gained and Lessons Learned. Slope Stability, 2007. — PP. 239—252*

9. *Козырев А.А., Семенова И.Э., Шестов А.А. Трехмерное моделирование напряжен-*

*но-деформированного состояния массива горных пород как основа прогноза удароопасности на рудниках ОАО «Апатит». Сборник докладов международной конференции «Геодинамика и напряженное состояние недр земли». — Новосибирск, 2007. **ИЗДА***

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Козырев А.А. — профессор, доктор технических наук, зам. директора Горного института КНЦ РАН, e-mail: kozar@goi.kolasc.net.ru;

Семенова И.Э. — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ГоИ КНЦ РАН, e-mail: innas@goi.kolasc.net.ru;

Рыбин В.В. — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ГоИ КНЦ РАН, e-mail: rybin@goi.kolasc.net.ru;

Аветисян И.М. — младший научный сотрудник ГоИ КНЦ РАН, e-mail: ivanavetisyan@yandex.ru.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (ПРЕПРИНТ)

РАЗРАБОТКА И НАЧАЛО ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Федоров А.В., Великосельский А.В., Маврин В.А., Дорошенко А.А., Буйницкий А.И., Евтушенко Е.М., Константинов А.В., Килин Ю.А., Макаров А.М., Полещук М.Н.

СУЭК-Красноярск, Разрез Тугнуйский, НТЦ-НИИОГР.

Вып. 15 (Серия «Библиотека горного инженера-руководителя»). Отдельная статья Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала). — 2011. № 11, — 36 с. — М.: Горная книга.

Представлен материал по разработке программ совершенствования производства в подразделениях филиалов ОАО «СУЭК-Красноярск». Предназначен для руководителей и специалистов, заинтересованных в повышении ценности своей деятельности на предприятиях, в региональных производственных объединениях, управляющих компаниях.

Ключевые слова: совершенствование производства, угледобывающее предприятие, методический подход.

Fedorov A.V., Velickoselskiy A.V., Mavrin V.A., Doroshenko A.A., Buynitskiy A.I., Evtushenko E.M., Konstantinov A.V., Kilin Y.A., Mackarov A.M., Poleschuk M.N. DEVELOPMENT AND THE BEGINNING OF MANUFACTURE PERFECTION PROGRAMS ADOPTION IN THE COAL-MINING ENTERPRISE DIVISIONS

The material concerning manufacture perfection programs development in divisions of OJSC SUEK-Krasnoyarsk' branches is presented. It is addressed to heads and the experts interested in their activity value increase at the enterprises, in regional production associations, management companies.

Key words: manufacture perfection, coal-mining enterprise, methodical approach.