

УДК 622.2; 622.235

**В.А. Еременко, А.А. Еременко, В.М. Серяков,
В.Н. Колтышев, В.А. Штирц, А.Н. Карпунин**

ОЦЕНКА ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ОТРАБОТКЕ ОХРАННОГО ЦЕЛИКА ПОД РЕКОЙ НА ТАШТАГОЛЬСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Проведены измерения методом электромагнитного излучения (ЭМИ) в подземных выработках на Западном участке для исследования геомеханического состояния массива горных пород.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, массив горных пород, шелевая разгрузка.

За последние 10 лет фронт очистных работ переместился на северный фланг Восточного участка Таштагольского месторождения и ограничивается массивом блока № 4 в этаже (-140)÷(-70) м, блока № 6 в этаже (-210)÷(-140) м. После обрушения блока № 6 рудный массив блока № 4 оказался в зоне опорного давления от выработанного пространства, что ухудшило геодинамическую ситуацию на месторождении. Кроме того, в восточной части блоков № 4-6 в этаже (-210)÷(-140) м расположена экспериментальная камера, которая способствовала оформлению встречных очистных фронтов, разделенных рудным целиком шириной 40 м.

Для уточнения геомеханической обстановки в этом районе выполнено математическое моделирование напряженного состояния горных пород в окрестности экспериментальной камеры № 4 и при дальнейшей отработке блоков на северном фланге месторождения. На рис. 1 показана его вертикальная проекция, дающая

представление о развитии горных работ на северном фланге.

Установлено, что во всем горном массиве, за исключением небольших областей вблизи вертикальных границ экспериментальной камеры, действуют сжимающие напряжения (рис. 2). На рис. 2 изображены линии равных значений главных напряжений σ_1 и σ_2 ($\sigma_1 > \sigma_2$) напряжений

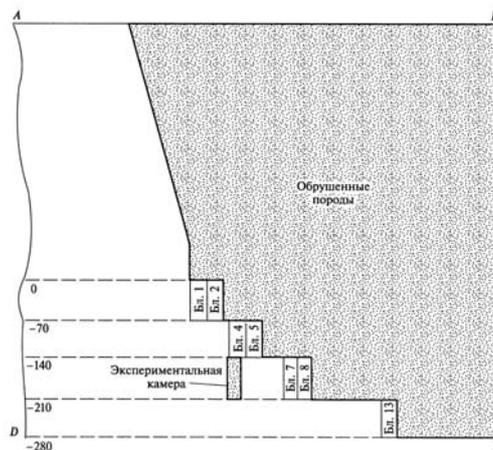


Рис. 1. Схема развития очистных работ на северном фланге месторождения

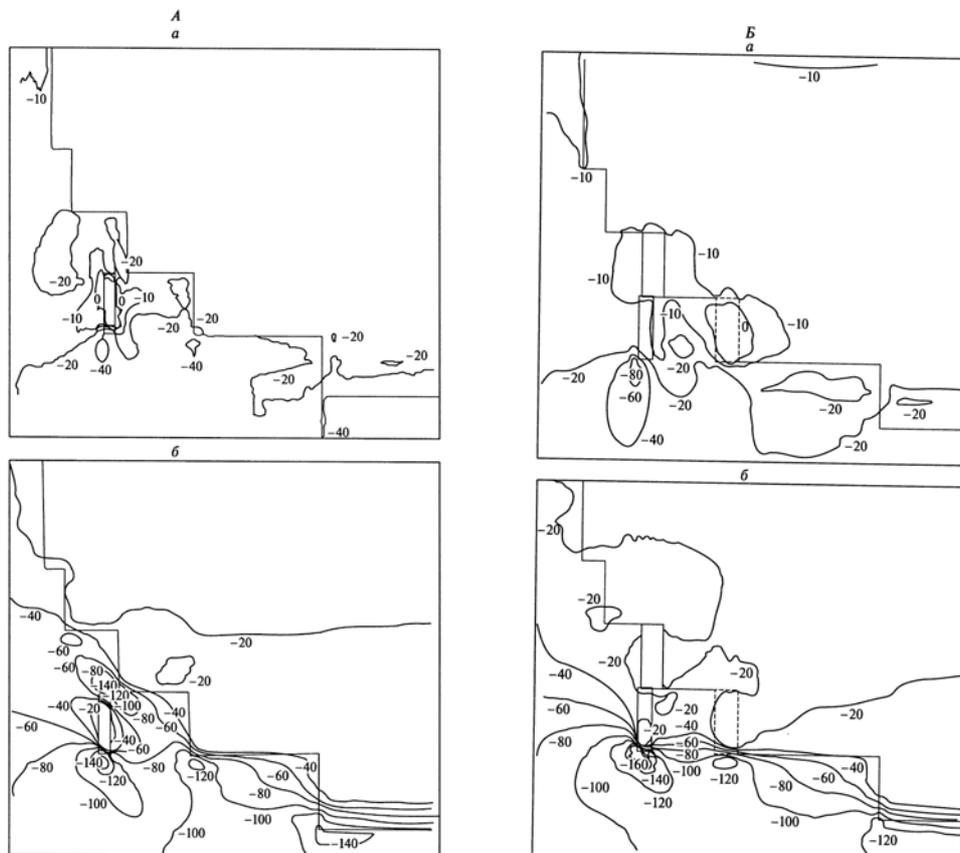


Рис. 2. Распределение главных напряжений до начала (А) и после (Б) отработки блоков № 7 гор. (-210)-(-140) м и № 4 гор. (-140)-(-70) м. а) — σ_1 , б) — σ_2 (МПа)

до и после отработки блока № 7 гор. (-210)÷(-140) м. При рассмотрении изобар вертикальных напряжений (рис. 3) наблюдается увеличение значений напряжений в зоне опорного давления между камерой № 4 и блоком № 7. В этой же части горного массива зафиксирован высокий уровень действия максимальных касательных напряжений.

Для горизонтальной компоненты напряжений σ_x зоны действия высоких сжимающих напряжений находятся в днище камеры № 4 и в почве блока № 7 гор. (-210)÷(-140) м. Наи-

более опасной зоной действия напряжений τ_{max} является район днища экспериментальной выработки (рис. 3).

Картина распределения напряжений σ_x , σ_y и τ_{max} в массиве горных пород на момент отработки блоков №№ 4 гор. (-140) ÷ (-70) м и 6 гор. (-210) ÷ (-70) м представлена на рис. 4.

Формирование напряженного состояния массива горных пород после отработки блока № 4 характеризуется некоторым увеличением (не более 5%) значений сжимающих горизонтальных усилий в кровле камеры и ее днище.

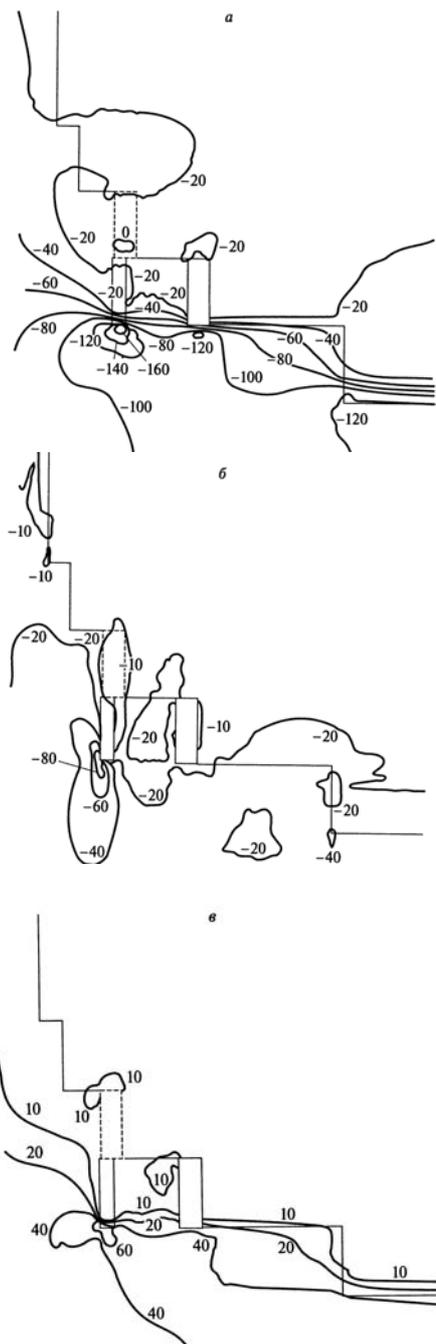


Рис. 3. Напряжения а) — σ_x , б) — σ_y , в) — τ_{max} после отработки блока № 7 гор. (-210)-(-140) м и блока № 4 гор. (-140)-(-70) м

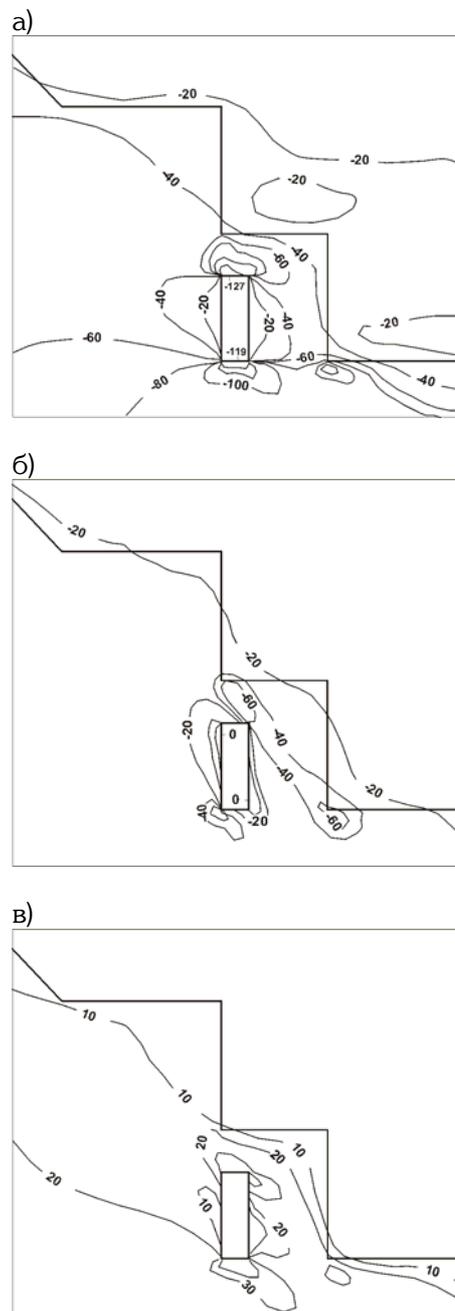


Рис. 4. Напряжения а) — σ_x , б) — σ_y , в) — τ_{max} после отработки блоков №№ 4 гор. (-140)-(-70) м и 6 гор. (-210)-(-70) м

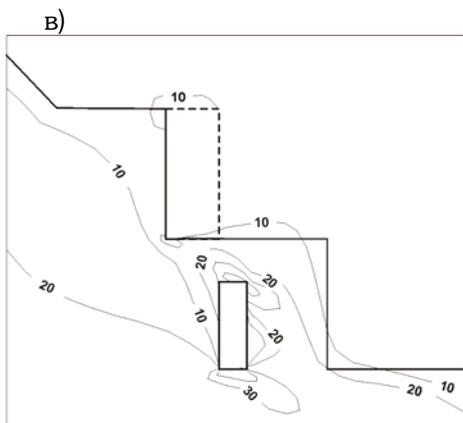
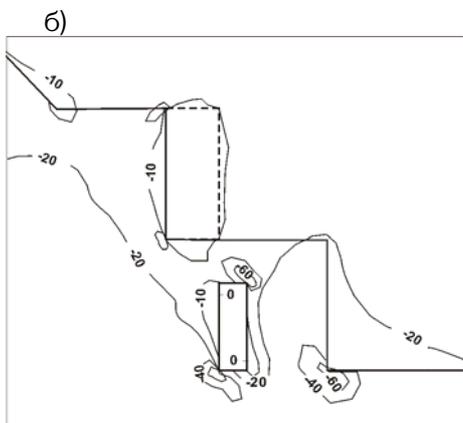
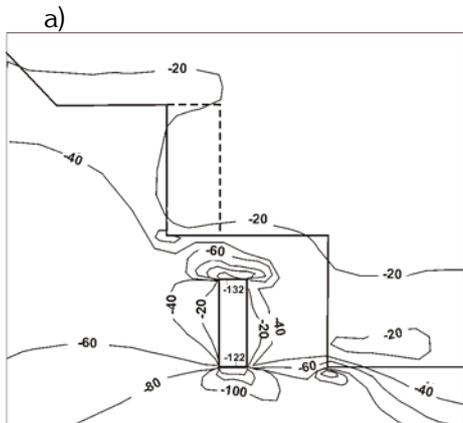


Рис. 5. Напряжения а) — σ_x , б) — σ_y , в) — τ_{\max} после отработки блоков №№ 3 и 2 гор. (-140)-(-70) м

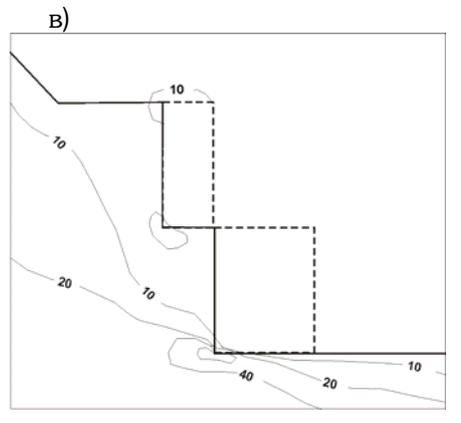
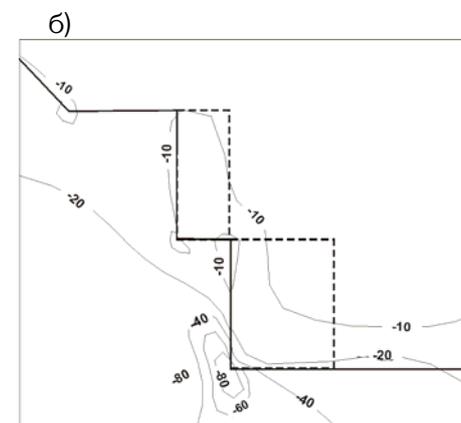
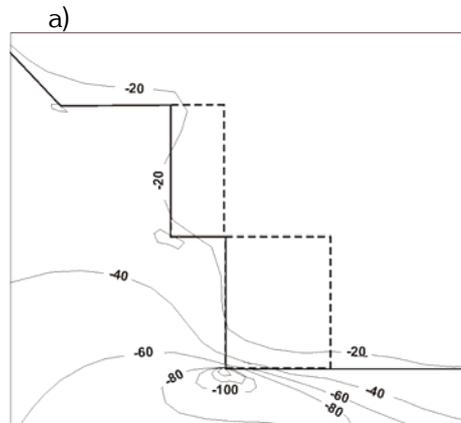


Рис. 6. Напряжения а) — σ_x , б) — σ_y , в) — τ_{\max} при отработке блоков №№ 5 и 4 гор. (-210)-(-140) м

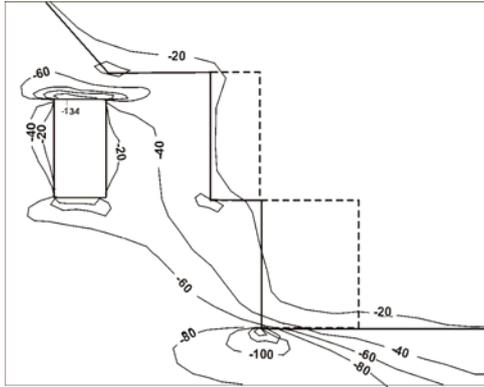


Рис. 7. Распределение главного напряжения σ_x при отработке блока № 01

При этом массив между камерой и выработанным пространством разгружается от горизонтальных напряжений. Область повышенных вертикальных напряжений (смыкающиеся изолинии σ_y вблизи угла выработанного пространства потолочины камеры) после отработки блока № 4 значительно уменьшается. В днище камеры и в потолочине действуют τ_{\max} , значительно снижающиеся после отработки блока.

После выемки блоков №№ 3 и 2 их борта разгружаются от действия горизонтальных напряжений: исключение – массив в окрестности вертикальной границы блоков и выработанного пространства, где сохраняются зоны концентрации σ_x . В этой же области наблюдается действие повышенных σ_y . Зоной действия повышенных τ_{\max} является днище камер (рис. 5).

При отработке блоков №№ 5 и 4 массив в основном разгрузился, кроме вмещающих горных пород в днище блока № 4 на гор. -210 м (рис. 6).

При отработке рудных запасов в барьерном и разделительном рудном целике на примере выемки 4 камер

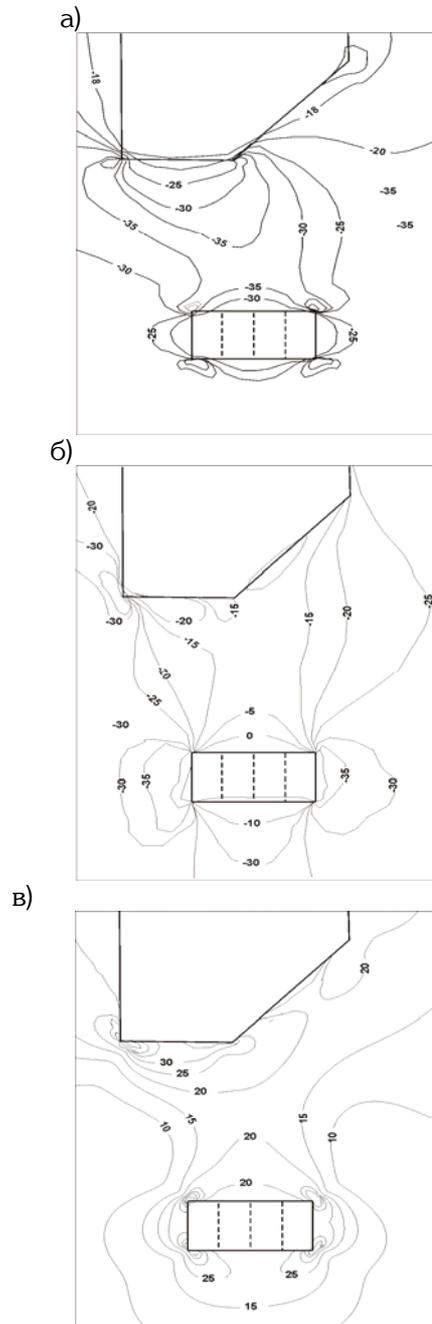


Рис. 8. Распределение главных напряжений в плане в охранном целике а) — σ_x , б) — σ_y , в) — τ_{\max} после отработки 4 камер блока № 01 по простиранию месторождения

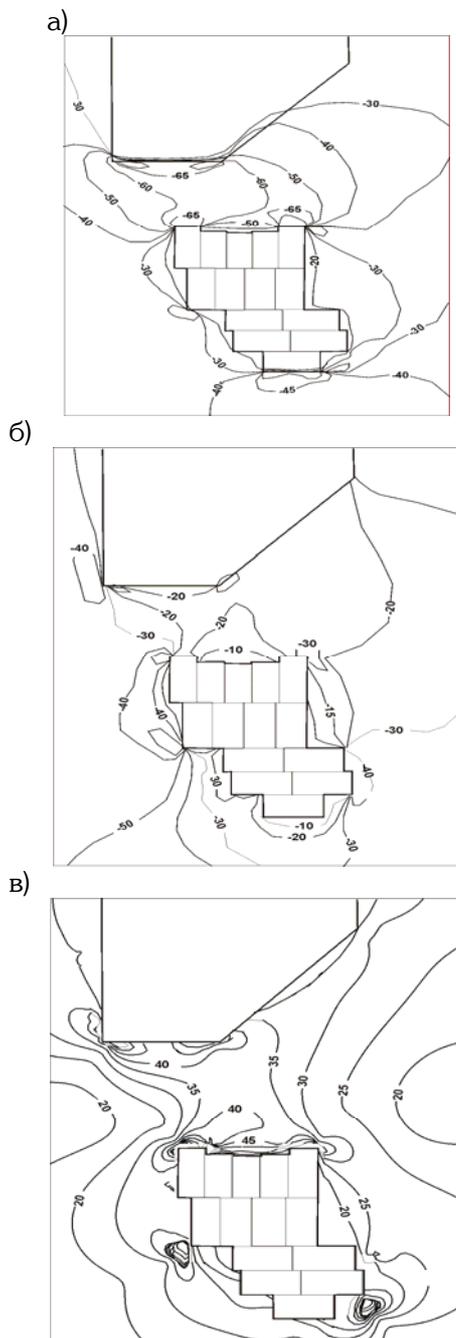


Рис. 9. Распределение главных напряжений а) — σ_x , б) — σ_y , в) — τ_{\max} после отработки 1-5 камер (по блокам № 1-03) по простиранию месторождения

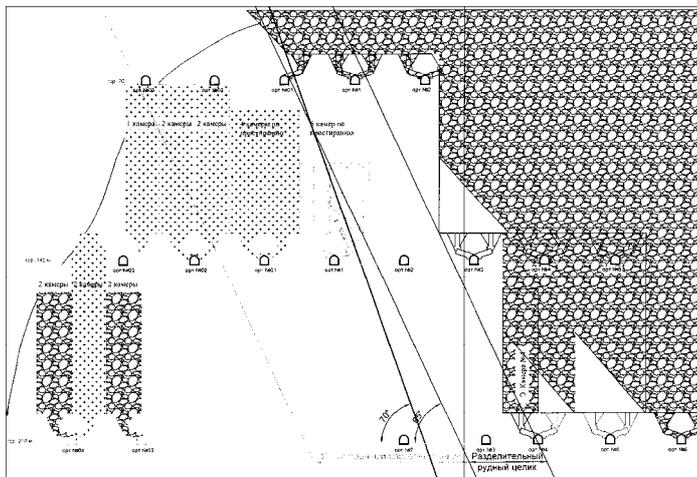
226

(блок № 01) по простиранию месторождения напряжения σ_x , σ_y и τ_{\max} колеблются соответственно от -18 до -100 , от -5 до -35 и от 10 до 30 МПа (рис. 7, 8).

В лежачем и висячем боках месторождения во вмещающем массиве σ_x , σ_y и τ_{\max} увеличиваются от -25 до -35 , от 15 до 25 МПа. Отработка 1-5 камер (блоки № 1, 02, 03) по простиранию месторождения показывает, что напряжения σ_x , σ_y и τ_{\max} во вмещающем массиве и разделительном рудном целике возросли в 1,5-2 раза, особенно на контактах целика с выработанным пространством (рис. 10, 11).

Проведены экспериментальные исследования по установлению влияния местоположения очагов взрывов и глубины горных работ на распределение зон концентрации динамических явлений разной энергии от 10^2 до 10^8 Дж и более в шахтном поле. Рассмотрено распределение толчков на северном, южном флангах и в центральной части месторождения. Установлено, что зоны концентрации динамических явлений располагаются в разных частях шахтного поля, при этом их площади изменяются от 20 до 100 м² и более, а количество зон от 1 до 7 (рис. 11). Выявлены зоны концентрации толчков с сейсмической энергией 10^2 - 10^5 Дж, которые располагаются на северном фланге в этаже (-420) - (-350) м.

Таким образом, использование методов математического моделирования для оценки напряженно-деформированного состояния горных пород в процессе отработки рудных запасов охранного целика под реку позволили получить ряд важнейших результатов:



- при наличии камеры № 4 гор. (-210)÷(-140) м наблюдается рост напряжений в кровле и днище камеры, а также в массиве блоков №№ 5 и 4 гор. (-210)÷(-140) м; отработка блока № 5 гор. (-210)÷(-140) м приведет к увеличению напряжений в массиве блока № 4 гор. (-210)÷(-140) м;
- последовательная выемка блоков №№ 4 и 3 гор. (-140)÷(-70) м и блоков

Рис. 10. Схема расположения камер в охранном целике

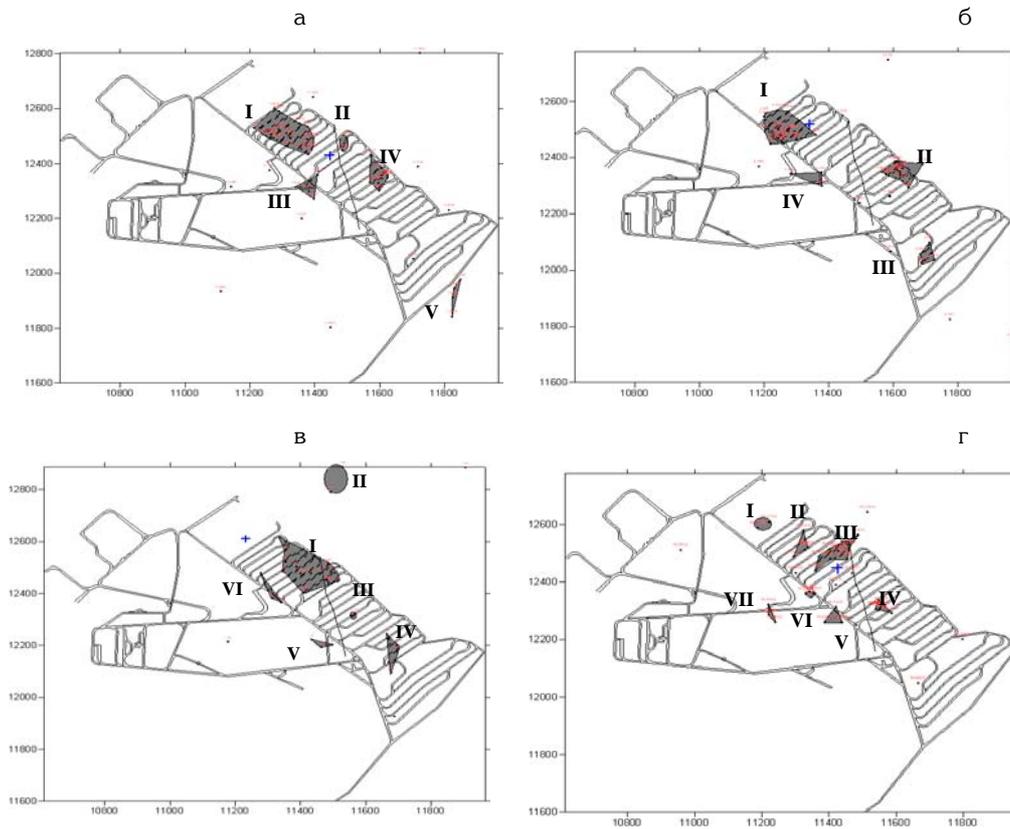


Рис. 11. Распределение зон концентрации толчков с энергией 10^5 Дж при взрывании блоков № 11 (а), № 6 (б), № 1 (в) и № 10 (г). I-VII — зоны; + — местоположение блоков

№№ 5 и 4 приводит к снижению напряжений в областях массива горных пород на контакте разделительного целика с выработанным пространством;

- отработка камер в блоках №№ 01-3 показывает, что наблюдается формирование зон концентрации напряжений в лежачем и висячем боках рудных запасов охранного целика, а также в разделительном рудном целике, однако напряжения не достигают предела прочности горных пород на сжатие;

- выемка рудных запасов в блоках №№ 04-2 на северном флан-

ге в этаже (-210)÷(-140) м в направлении к разделительному целику не способствует увеличению напряжений в массиве до критических величин, при которых происходит их разрушение;

- при производстве взрывных работ на Восточном участке месторождения выявлено формирование зон концентрации динамических явлений с сейсмической энергией от 10^2 до 10^5 и более, которые располагаются на северном фланге в этаже (-420)÷(-350) м вне рудного участка, предполагаемого к отработке.

ГИАБ

Коротко об авторах

Еременко В.А. – кандидат технических наук, ст. научный сотрудник лаборатории,
 Еременко А.А. – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией,
 Серяков В.М. – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник,
 Колтышев В.Н. – младший научный сотрудник,
 Штирц В.А. – аспирант,
 Карпунин А.Н. – аспирант,
 ИГД СО РАН, yge@ngs.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С. ОРДЖОНИКИДЗЕ			
ГАРЕЕВ Альберт Марсельевич	Обоснование организации работ по формированию из техногенного сырья покрытий в горных выработках	05.02.22	к.т.н.
НАЗАРОВ Сергей Александрович	Золотосодержащий уранинитовый тип оруденения Эльконского горста, его состав и условия образования	25.00.11	к.г.-м.н.