

УДК 622.2; 622.235

Е.Н. Щептев, В.С. Беляев, А.А. Еременко

ГЕОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВМЕШАЮЩЕГО МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ВОКРУГ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА НА ШЕРЕГЕШЕВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Дана геомеханическая оценка состояния вмещающего массива горных пород при отработке блоков на участках Подрусловый и Новый Шерегеш. Определены сжимающие и касательные напряжения в массиве в районе выработанного пространства. Установлены амплитуды и категории при оценке состояния горных пород методом электромагнитной эмиссии.

Ключевые слова: напряжение, горные породы, амплитуды, категория, месторождение.

В настоящее время отработка ряда рудных тел Шерегешевского месторождения ведется под промышленными и природными объектами, что требует особых мер контроля напряженно-деформированного состояния подработанной толщи. Некоторые участки представляют собой слепые рудные тела, расположенные под рекой. В целях сохранения необходимого уровня добычи сырья отработка некоторых участков месторождений пока ведется с обрушением руды и налагающих пород. Это требует всесторонней оценки применяемых вариантов отработки, схем ведения очистных работ и выбора параметров, обеспечивающих необходимые значения деформаций подработанной толщи.

Одним из эффективных методов оценки геомеханического состояния массива горных пород в районах ведения очистных работ является математическое моделирование. С его помощью удается провести прогноз изменения полей напряжений и де-

формаций для различных схем выемки месторождений, рекомендовать наиболее приемлемые варианты отработки. Ниже такая оценка проведена для условий отработки Шерегешевского месторождения.

Значительные запасы богатых руд Подруслового участка сосредоточены в охранном целике под рекой Большая речка. В настоящее время на этом участке вне охранного целика отработаны 5 рудных блоков в этаже (+325 +185) м. За границей охранного целика находится и планируемый к отбойке шестой рудный блок в этаже (+185 ч +255) м.

Выполнена оценка геомеханического состояния массива горных пород при отработке рудных запасов в охранном целике под реку Большая речка. Исследования выполнены методом конечных элементов [1, 2]. Исходное напряженное состояние массива было принято соответствующим данным натурных наблюдений: на глубине H вертикальное напряжение $\sigma_y = \gamma H$, где γ — объемный вес

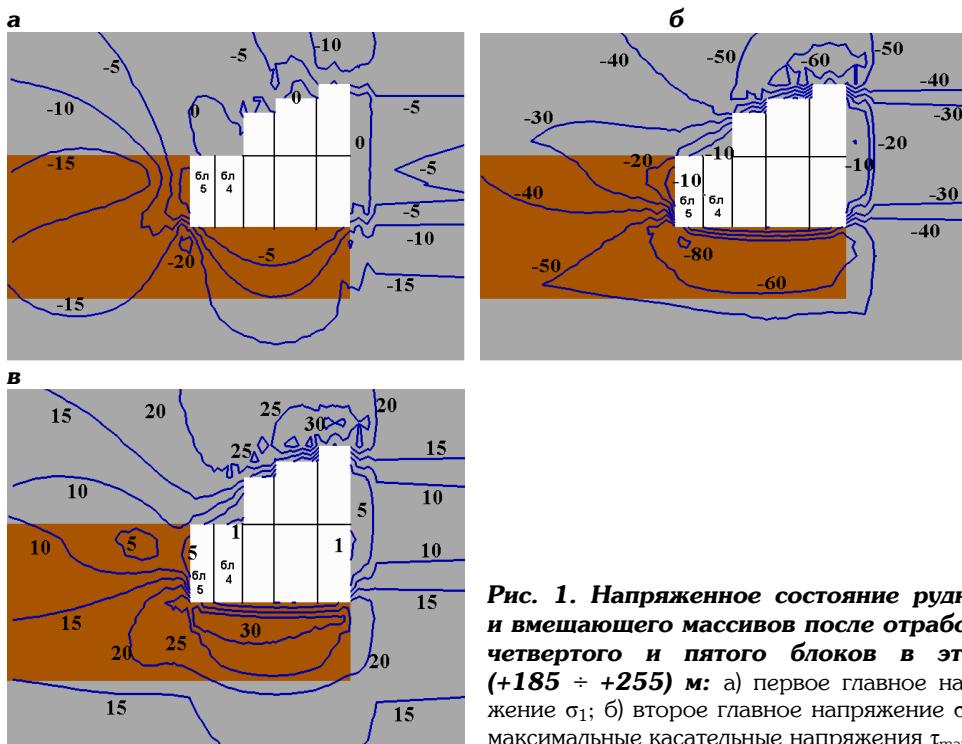


Рис. 1. Напряженное состояние рудного и вмещающего массивов после отработки четвертого и пятого блоков в этаже (+185 ÷ +255) м: а) первое главное напряжение σ_1 ; б) второе главное напряжение σ_2 ; в) максимальные касательные напряжения t_{max}

налагающих пород, H — расстояние до земной поверхности; горизонтальное напряжение в плоскости рассматриваемого сечения $-\sigma_x = 2\gamma H$. Задача решалась для условий плоской деформации, предполагающей значительность размеров рудного тела в направлении, перпендикулярном плоскости рассматриваемого сечения. Механические свойства рудного тела и вмещающих пород при моделировании были приняты следующими: модуль Юнга $E = 90000$ и 75000 МПа, коэффициент Пуассона $v = 0,29$ и $0,25$, соответственно. Все данные отвечают результатам экспериментальных исследований пород Шерегешевского месторождения [3]. Объемный вес налагающей толщи составлял $0,03 \text{ кН/m}^3$. Напряженное состояние рассматривалось в вертикальном сечении по

простиранию месторождения (С3-ЮВ).

Для моделирования процесса разрушения массива в окрестности выработанного пространства был использован метод, разработанный в ИГД СО РАН [3, 4]. Для каждого этапа отработки блока № 5 на Подрусловом участке ниже приведены распределения первого и второго главных напряжений σ_1 и σ_2 и максимальных касательных напряжений τ_{max} , установлено, что развитие очистных работ в этаже (+185 ÷ +255) м не приводит к существенному изменению распределений напряжений в рудном и вмещающем массивах (рис. 1). Вместе с тем опережающая отработка этажа уменьшает область действия растягивающих напряжений в рудном теле в районе подготовки к отработке следующего блока этого этажа. Одна-

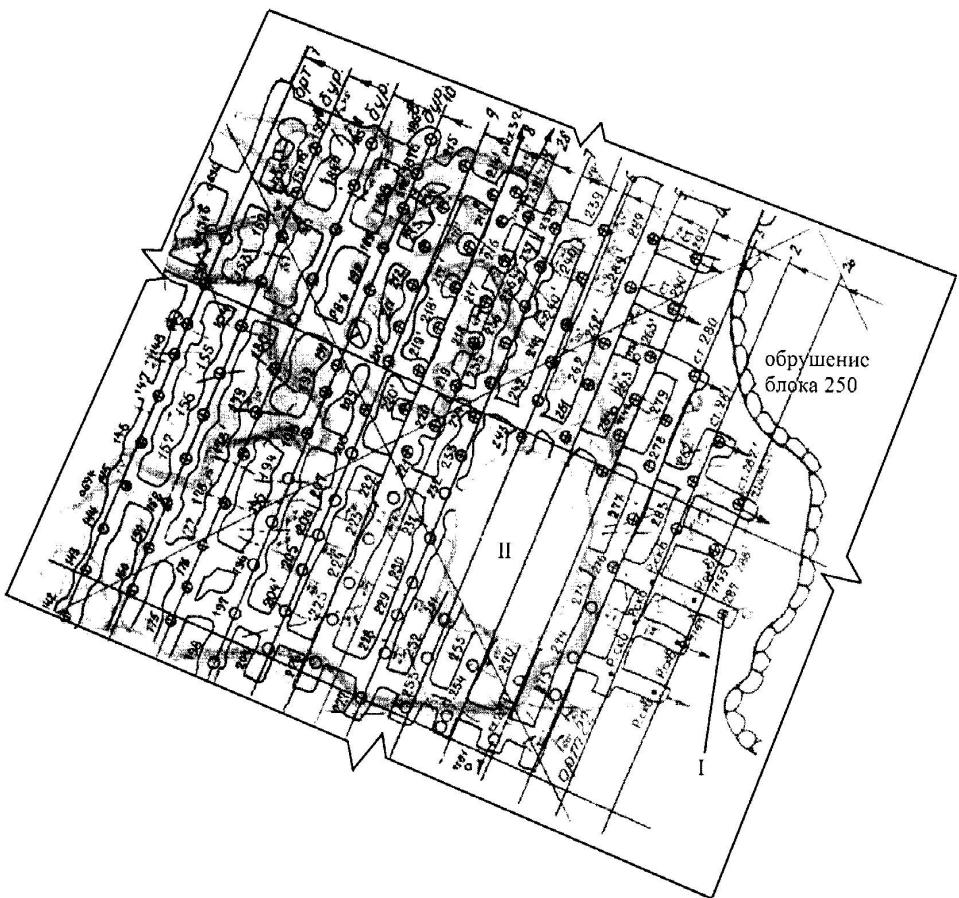


Рис. 2. Схема расположения скважин (I) на буровом горизонте в блоке №190 участка Новый Шерегеш, II- камера

ко одновременно в кровле отрабатываемого этажа происходит формирование и развитие зоны растяжения (рис. 1, а). Зона действия повышенных сжимающих и касательных напряжений в днище отрабатываемого этажа увеличивается в размерах, однако уровень напряжений по мере развития очистных работ понижается (рис. 1, б, в), что создает более приемлемые с геомеханической точки зрения условия разрезки нижележащего этажа (+115 ÷ +185) м.

Дана оценка состояния горных пород при подготовке к отработке

блока № 190 с использованием скважин увеличенного диаметра. Блок № 190 расположен в этаже 185÷255 м на участке Новый Шерегеш (рис. 2). Взрывание блока производится по компенсационную камеру и обрушенные горные породы блока № 250 параллельно-ближенными зарядами разного диаметра. Линия наименьшего сопротивления (ЛНС) зарядов составляет 4,5÷5,0 м.

В период подготовки блока к отработке проводилась оценка состояния массива горных пород электромагнитным методом с помощью прибора

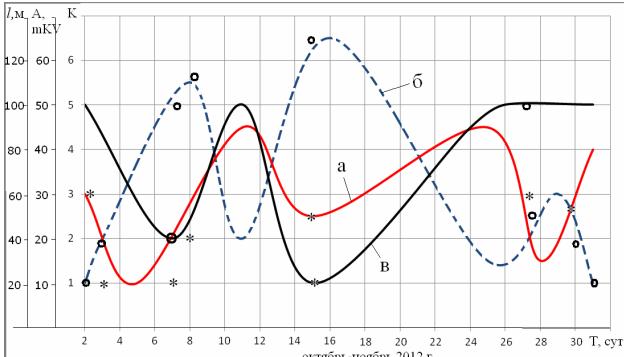


Рис. 3. Изменение средних значений расстояния (а), амплитуды (б) и категорий (в) при оценке состояния горных пород в блоке № 190 методом электромагнитной эмиссии

«Ангел» в течение октября-ноября 2012 г. Измерения осуществляли в определенных местах на расстояниях 0–170 м, при этом амплитуда изменялась от 19 до 60,5 мКВ, а категория – от 1 до 5 (рис. 3).

Установлено, что с ростом средних расстояний измерений, снижаются величины амплитуды и увеличивается категория. В дальнейшем это позволит выделить диапазон амплитуд и уточнить критерии удароопасности.

Таким образом, развитие очистных работ в слепом рудном теле на Подрусловом участке в этаже (+185

+255) м приводит к уменьшению области действия растягивающих напряжений в районе подготовки следующего блока в этом этаже и формированию зоны растяжения в кровле отрабатываемого этажа. В процессе подготовки блока № 190 на участке Новый Шерегеш с последующей отбойкой сближенными скважинами разного диаметра на компенсационную камеру и зажатую среду установлено, что с увеличением расстояния между пунктами измерения снижаются величины амплитуд и растет категория. Для уточнения критериев удароопасности на основе метода электромагнитной эмиссии можно выделить амплитудно-частотные диапазоны, которые характеризуют то или иное состояние массива. В связи с этим следует дополнительно использовать разработанный экспериментальный образец полевого амплитудно-частотного регистратора электромагнитных и акустических сигналов, разработанного совместно с сотрудниками Томского политехнического университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975.
2. Фадеев А. Б. Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987.
3. Серяков В. М. Об одном подходе к расчету напряженно-деформированного состояния массива горных пород в окрестности выработанного пространства //ФТПРПИ. — 1997. — № 2.
4. Серяков В.М. К расчету напряженно-деформированного состояния массива горных пород над выработанным пространством // ФТПРПИ. – 2009. – № 5. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Щептев Евгений Николаевич – аспирант ИГД СО РАН;
Беляев Вадим Сергеевич – начальник ППГУ Горно-Шорского филиала ОАО «Евразруд»;
Еременко Андрей Андреевич – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией ИГД СО РАН, admin@misd.nsc.ru