

УДК 622.831.3 (575.2) (04)

ГЕОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОРОДНОГО МАССИВА МЕСТОРОЖДЕНИЯ “ТРУДОВОЕ”

Ш.А. Мамбетов – докт. техн. наук, профессор,

Н.Б. Баканов – аспирант

Рассмотрена оценка геомеханического состояния породного массива месторождения “Трудовое” на основе реконструкции тектонических структур: складок и разрывных нарушений, установленных геологоразведочными работами.

Ключевые слова: месторождение полезных ископаемых; рудные тела; устойчивость выработки; тектонические напряжения.

Практика горного дела в условиях высокогорного Тянь-Шаня показывает, что напряженно-деформированное состояние породного массива не в полной мере учитывается как при составлении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых, так и при решении его отдельных эксплуатационных задач. Это сказывается на технико-экономических показателях проходки и эксплуатации горных выработок.

Для безопасной и рациональной разработки месторождений необходимо уже на стадии их проектирования иметь данные по естественно-напряженно-деформированному состоянию породного массива. Поэтому геомеханическая оценка породного массива месторождения до проектирования с учетом его структуры и действующих природных сил является актуальной.

Объектом исследований настоящей работы выбрано высокогорное месторождение “Трудовое”, где завершена его детальная разведка, но еще не начата разработка.

Сарыджазский рудный район соответствует Восточно-Киргизской сводово-глыбовой металло-генической области, представляющей собой ярко выраженную коллизионную область (рис. 1).

С точки зрения объемной модели, месторождение представляет собой рудно-магматогенный блок комбинированного многокорневого типа, который ограничивается контурами куполовидного поднятия массива гранитоидов. Площадь месторождения пересечена различно ориентированными разломами, разделяющими его на отдельные тектонические блоки, которым соответ-

ствуют рудоносные участки. На площади месторождения выделены три участка – Центральный, Лесистый, Ташкоро и несколько малых – Рыжий, Широкий, Промежуточный. Все участки расположены в зоне высокогорья в пределах высотных отметок 3000 – 4000 м над уровнем моря.

Мощность рудных тел по простиранию и падению не выдержана и изменяется от 0,5 до 6,2 м, составляя в среднем по месторождению 1,4 м. Протяженность рудных тел по простиранию колеблется от 92 до 1400 м, а по падению – от 30 до 480 м. При этом угол падения рудных тел составляет 60–90°.

Рудные тела приурочены к интрузиям гранитов (в лежачем и висячем боках залегают в основном граниты или мраморизованные известняки). Как рудные тела, так и вмещающие породы характеризуются высокой устойчивостью (исключение составляют места пересечения с тектоническими трещинами, а также повышенной трещиноватости приповерхностных горизонтов). Крепость руды, вмещающих пород по шкале М.М. Протодяконова колеблется от 8 до 20, объемный вес руды равен 3,0 т/м³, а вмещающих пород – 2,7–2,9 т/м³.

Месторождение “Трудовое” разделяется штольнями: на участке Центральный – 15 штольневых горизонтов (пройдены в основном через 80 м). На участке Лесистый – 7 геологоразведочных штолен, пройденных через 30–60 м и расположенных в интервале 2938–3167 м. На участке Ташкоро – 7 штолен, пройденных через 88–120 м между горизонтами 3161–3774 м.

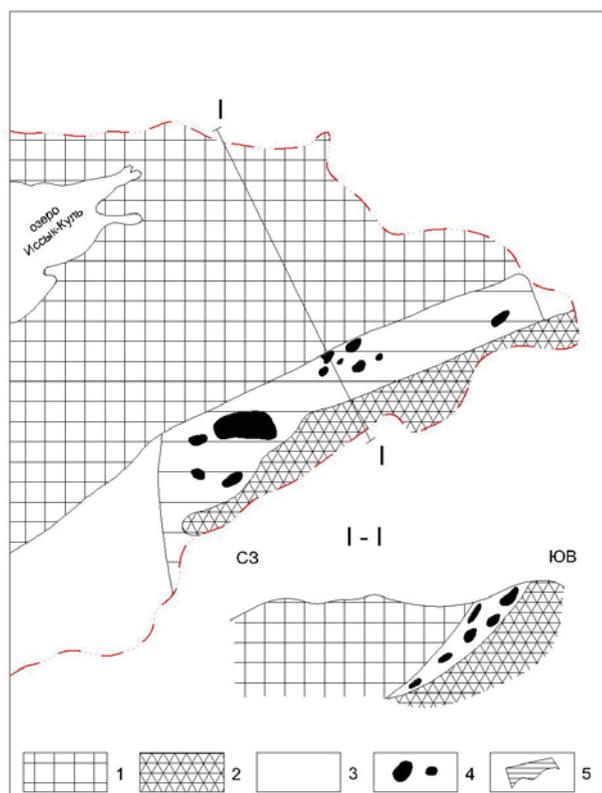


Рис. 1. Схема глубинного строения Сарыджазского рудного района:
 1 – Киргизско-Казахстанский геоблок; 2 – Таримская плита; 3 – Южно-Тяньшанская герцинская структурно-фациальная область; 4 – оловоносные граниты; 5 – Сарыджазский оловорудный район.

Геологическая структура месторождения представляет собой совокупность всех складчатых и разрывных элементов, в исторической последовательности влияющих на размещение и локализацию оруденения. Основой складчатой структуры месторождения является Кургакская горст-антиклиналь, представляющая собой пликативную структуру второго порядка.

Основным фактором, определяющим локализацию вольфрам-оловянного оруденения, является разрывная тектоника и трещиноватость.

В формировании разрывных структур на месторождении в исторической последовательности выделяется три основных этапа: дорудный, рудный и пострудный.

Разработанная геодинамическая модель структуры [1] месторождения (рис. 2) позволяет выделить последний этап деформирования породного массива и элементы геологических структур, по которым должны реконструироваться современные локальные поля напряжений в пределах месторождения. Формирование структуры месторождения “Трудовое” также

подразделяется на три основных этапа: дорудный, рудный и пострудный. Каждый этап характеризуется наличием своего локального поля тектонических напряжений. На заключительном 3-м этапе развития геологической структуры главные напряжения в среднем ориентированы:

- максимальные сжимающие напряжения – горизонтально в субмеридиональном направлении;
- минимальные напряжения – минимально;
- среднее напряжение – горизонтально в широтном направлении.

Разработаны критерии прогнозирования современных тектонических напряжений на основе выявленных критериев. Разработан горно-геометрический метод прогнозирования естественного напряженно-деформированного состояния породного массива на основе сформулированного принципа зональной и поэтапной оценки и прогнозирования напряжений в пределах месторождения [1]. Составлена прогнозная карта напряженно-деформированного состояния породного массива месторождения “Трудовое”

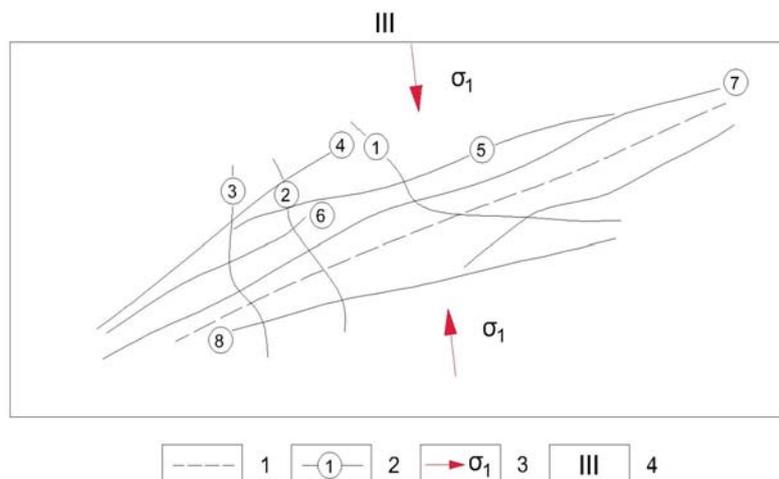


Рис. 2. Геодинамическая модель деформирования структуры месторождения “Трудовое”: 1 – ось антиклинальной складки; 2 – разломы: ① – Суходольский; ② – Текесайский; ③ – Северный; ④ – Поперечный; ⑤ – Диагональный; ⑥ – Высокий; ⑦ – Промежуточный; ⑧ – Параллельный; 3 – направление сжимающих сил; 4 – пострудный этап деформирования структуры месторождения.

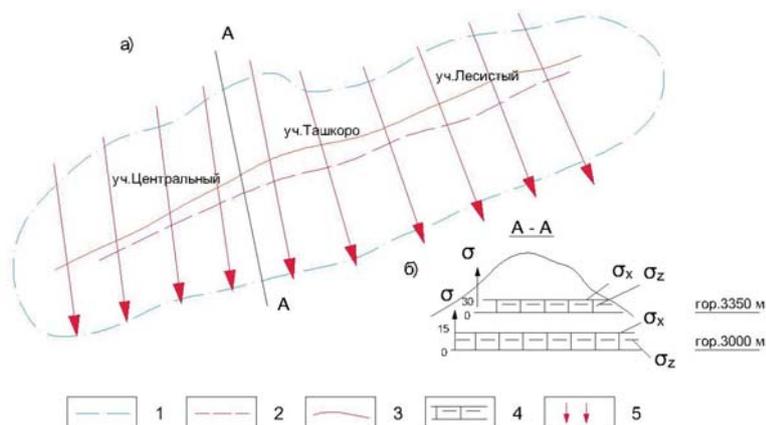


Рис. 3. Прогнозная карта напряженно-деформированного состояния породного массива месторождения “Трудовое”: а – направление максимальных горизонтальных напряжений по участкам: 1 – Центральный; 2 – Лесистый; 3 – Ташкоро; б – изменение вертикальных (σ_z) и горизонтальных (σ_x) напряжений с глубиной: 1 – контур рудного поля; 2 – ось антиклинальной складки; 3 – разломы; 4 – эпюра напряжений; 5 – направления действия тектонических напряжений участков.

(рис. 3). При этом градиент изменения горизонтальных тектонических напряжений составляет: в меридиональном направлении 4,1 МПа на 100 м изменений глубины, в широтном направлении – 2,5 МПа.

Площадь месторождения сложена вулканогенно-терригенными отложениями верхнего силура. Отложения характеризуются пестротой литологического состава и большой фациальной изменчивостью пород. В результате воздей-

ствия крупнозернистых биотит-микроклиновых гранитов главной интрузивной фазы вмещающие породы, в зависимости от исходного состава, превращены в разнообразные известково-силикатные роговики, мраморы, мраморизованные известняки.

Результаты определений прочностных характеристик пород месторождения “Трудовое” [2] показывают, что они весьма неоднородны (табл. 1).

Таблица 1

| Место отбора пород и интервал глубины, м | Предел прочности на сжатие, МПа | Предел прочности на растяжение, МПа | Сцепление, МПа | Коэфф. внутреннего трения | Угол внутреннего трения, град |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|----------------|---------------------------|-------------------------------|
| Гранит, (Кургак, шт.8, скв.1175, глуб. 14 – 18) | $\frac{125,7 \div 95}{14}$ | $\frac{6,1 \div 3,2}{30}$ | 11,3 | 2,4 | 67 |
| глуб. 47–50 | $\frac{125,7 \div 71,4}{22}$ | $\frac{8,9 \div 4,9}{27}$ | 12,5 | 1,9 | 62 |
| глуб. 75–78 | $\frac{109 \div 43,3}{42}$ | $\frac{5,3 \div 3}{24}$ | 8,8 | 1,9 | 62 |
| глуб. 82–86 | $\frac{136,5 \div 36,1}{53}$ | $\frac{6,7 \div 3,7}{26}$ | 10,1 | 1,8 | 61 |
| Гранит (Кургак, шт.8, скв.1159, глуб. 25–30) | $\frac{93,6 \div 50,7}{24}$ | $\frac{11,3 \div 2,7}{58}$ | 9,4 | 1,5 | 56 |
| Гранит (Ташкоро, шт.5, скв.277, глуб. 198,4–199,4) | $\frac{205,8 \div 57,8}{37}$ | $\frac{205,8 \div 57,8}{37}$ | 14,9 | 1,7 | 59 |
| глуб. 161–162,2 | $\frac{142,9 \div 100}{15}$ | $\frac{13,3 \div 8,2}{24}$ | 18,2 | 1,5 | 57 |
| глуб. 223–225 | $\frac{133,6 \div 57,1}{28}$ | $\frac{11,0 \div 4,9}{31}$ | 14,5 | 1,6 | 58 |
| Гранит (Кургак, шт.11, скв.1004, глуб. 79,6 – 82,0) | $\frac{207,2 \div 127,1}{24}$ | $\frac{8,2 \div 5,4}{22}$ | 16,3 | 2,4 | 67 |
| глуб. 241,8–245,9 | $\frac{159,9 \div 104}{18}$ | $\frac{6,3 \div 4,6}{14}$ | 13,0 | 3,4 | 73 |
| глуб. 174,5–282,2 | $\frac{181,2 \div 101,1}{20}$ | $\frac{7,4 \div 5,3}{15}$ | 14,9 | 2,3 | 66 |

Таблица 2

| Глубина залегания, м | Потенциальная энергия тектонических напряжений, $\frac{Джс}{м^3} \cdot 10^{-3}$ | |
|----------------------|---|-----------|
| | с учетом | без учета |
| 3700 | 3,4 | 0,7 |
| 3350 | 6,3 | 0,8 |
| 3000 | 9,6 | 1,8 |

Значительные вариации прочности пород (40–60%) при одноосном сжатии по всей видимости связаны с наличием трещин разной ориентации в образцах, а также существенной неоднородности вещественного состава.

Данные прогнозной карты напряженно-деформированного состояния породного массива и результаты определения прочности пород свидетельствуют о том, что в породном массиве существует дополнительная потенциальная энергия упругой деформации, аккумулированная горными породами и обусловленная наличием тектонических напряжений. При этом ее величина на достигнутых глубинах разработок в несколько раз превосходит ожидаемую за счет только сил гравитации (табл. 2), что необходимо учитывать при производстве буровзрывных работ и вопросах устойчивости горных выработок.

Прогнозная карта позволяет выбрать благоприятное направление горизонтальных и на-

клонных горных выработок исходя из условий наименьшей напряженности пород; рациональное расположение смежных выработок, исключая возможность взаимного наложения повышенных напряжений; рациональную последовательность проведения пересекающихся выработок.

Литература

1. *Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Мамбетов А.Ш.* Зональная и поэтапная оценка породного массива Тянь-Шаня. – Бишкек: КРСУ, 2003. – 357 с.
2. Руководство по определению удароопасности участков массива горных пород (на примере Сары-Джазского месторождения) / Сост.: К.Т. Тажибаев, Ш.А. Мамбетов, Д.С. Дуйшеев. – Бишкек: КиргИНТИ, 1992. – 45 с.
3. Минерально-сырьевая база Кыргызской Республики на рубеже перехода к рыночной экономике. – Бишкек, 1998. – 231 с.