

УДК 551.24.05(23.03)

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОРОДНЫХ МАССИВОВ ВЫСОКОГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев

Приведены структурно-механические особенности Тянь-Шаня, по которым реконструируются направления действия главных нормальных напряжений для оценки геомеханического состояния высокогорных месторождений.

Ключевые слова: Тянь-Шань; структура; механика; прогнозирование; вергентность.

GEOMECHANICAL STATE OF ROCK MASSIF ALPINE FIELDS

Sh.A. Mambetov, A.R. Abdiev

The article regards the structural and mechanical characteristics of the Tien-Shan, which reconstructed the main direction of the normal stresses for evaluation of geomechanical condition of alpine fields.

Key words: Tien-Shan; structure; mechanics; forecasting; vergence.

93 % территории Кыргызстана составляют горы. Под высокогорными районами понимаются территории земной поверхности, приподнятые более чем на 1000 м над уровнем моря со сложным рельефом и разреженной атмосферой. Абсолютные отметки высот территории в республике колеблются в диапазоне от 401 до 7469 м. До 1000 м расположено 5,3 % территории, от 1000 до 2000 м – 22,4 %, от 2000 до 3000 м – 30 % и свыше 3000 м над уровнем моря – 40, %. Горы состоят из систем хребтов в основном широтного и субширотного простирания, чередующихся с глубокими межгорными впадинами.

Территория Кыргызстана отличается не только абсолютной высотой и расчлененностью рельефа, но и сложностью геологического строения, сложным сочленением тектонических структур разных масштабов, а также соответствующими этому структурно-механическими особенностями породного массива со сложным естественным напряженным состоянием. В породных массивах строятся и эксплуатируются различные промышленные объекты: горные дороги, ирригационные и гидротехнические узлы, предприятия горнодобывающей отрасли.

Объективная оценка геомеханического состояния породного массива, под которым понимается совокупность показателей, характеризующих прочность, деформируемость и устойчивость мас-

сива при определенном силовом воздействии не только предотвращает от нежелательных проявлений геомеханических процессов (оползней, обвалов, обрушений, горных ударов и др.), но в целом предопределяет технико-экономические показатели ведения горных и горно-строительных работ.

Практика освоения таких месторождений как Улуу-Тоо, Сумсар, Чаувай, Хайдаркан, Актюз, Терексай и Кадамджай показала последствия множества неудачных оценок геомеханического состояния породного массива высокогорных месторождений при выполнении различных видов горных и горно-строительных работ. Приведем характерный пример.

Ствол шахты “Новая” пройден на глубину 655 м для вскрытия нижних горизонтов Кадамджайского месторождения. Породы, слагающие массив, представлены разновидностями песчаников и сланцев. Ствол крепился бетоном толщиной 300–400 мм. Радиус ствола в свету 2,75 м. Ниже горизонта 810 м крепление ствола стало разрушаться. В связи с этим ствол на этом участке неоднократно перекреплялся. Причиной опасных проявлений и разрушения ствола шахты явилось недостаточное геомеханическое обследование – в проекте были заложены параметры исходного напряженного состояния: вертикальная составляющая $\sigma_z = \gamma H$ (γ – объемный вес пород; H – глубина), а горизонтальные напряжения $\sigma_x = \sigma_y = \lambda \gamma H$

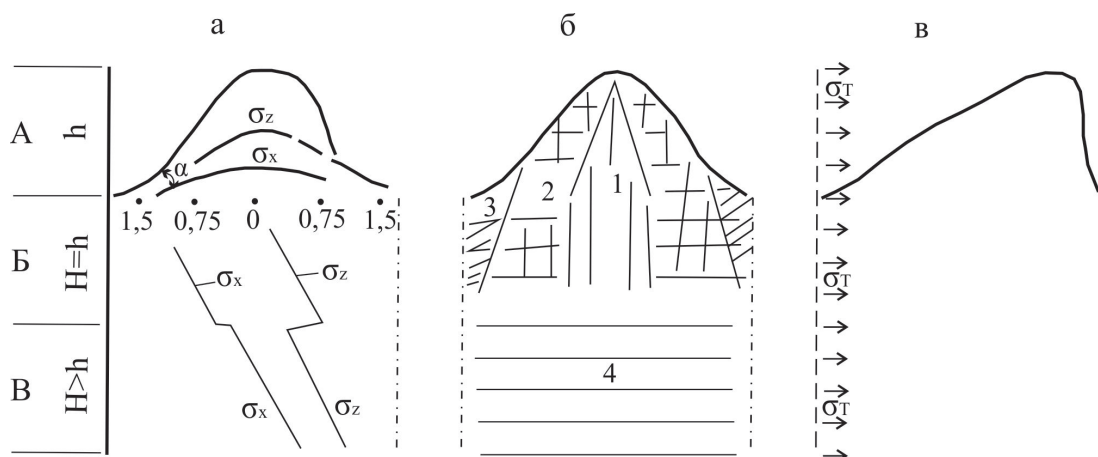


Рисунок 1 – Общая схема распределения напряжений в породном массиве одиночной горы и под ним:
 а – по расчету аналитическим методом [2]; б – по натурным измерениям [3] и моделированию [4];
 в – по натурным измерениям ряда месторождений [5–7] и неотектонических профилей, составленных на основе геофизических и буровых данных [1]

($\lambda = 0,3$ – боковой распор) – только с учетом бокового распора. Фактически инструментальные измерения напряжений в породном массиве показали, что реальные горизонтальные напряжения s_x и s_y , σ_x и σ_y в 5–8 раз превышают расчетные горизонтальные напряжения, которые были заложены в проекте. Поэтому даже при коэффициенте запаса 5, который был принят в проекте, произошло разрушение крепления ствола. В связи с этим ствол протяженностью более 100 м перекреплялся железобетонной крепью. В результате стоимость ствола резко увеличилась, а его ввод в работу задержался более чем на год.

При управлении геомеханическим состоянием и определении оптимальных параметров горных и горно-строительных работ (выемок, траншей, откосов, туннелей, капитальных, подготовительных и очистных выработок) в условиях высокогорья, первостепенное значение имеет правильное представление о напряженном состоянии нетронутого породного массива.

Общее напряженное состояние породного массива в высокогорных районах можно представить в следующем виде:

$$\sigma = \sigma_p + \sigma_T, \quad (1)$$

где σ – полные, действующие в массиве напряжения; σ_p – суммарные напряжения, обусловленные весом пород и влиянием рельефа; σ_T – тектонические напряжения

$$\sigma_p = \sigma_{\lambda H} + \sigma^P, \quad (2)$$

где $\sigma_{\lambda H}$ – напряжения, обусловленные собственным весом пород; σ^P – напряжения под действием рельефа.

Анализ результатов исследований геотектоники, сейсмотектоники и непосредственных измерений напряжений в породном массиве показывает, что модель напряженного состояния земной коры региона гораздо сложнее. Ориентировка тензора напряжений в пространстве зависит от многих факторов, но главным образом – от направлений естественных напряжений, обусловленных действием тектонических сил. В регионе действуют высокие горизонтальные тектонические силы неотектонической природы с зональными распределениями по направлению действия. Причем, как показано в работе [1], вергентность (опрокидывание) новейших структурных форм – это направление действия тектонических напряжений (рисунок 1, в) и охватывает не только верхнюю часть земной коры (10–15 км), но и всю литосферу Тянь-Шаня.

Для оценки напряженно-деформированного состояния породного массива высокогорных месторождений разработан ряд методов [6].

Первый этап оценки геомеханического состояния породного массива производится в пределах складчатой зоны, где размещено изучаемое месторождение, поскольку эта зона является основной единицей в схеме тектонического районирования Тянь-Шаня со структурами разновозрастных поднятий, обладающих единством форм дислокаций и специфическим типом разреза. Основными информативными параметрами массива в пределах складчатой зоны служат элементы крупных складчатых и разрывных структур. Реконструирование их позволяет установить азимут направлений тектонических напряжений, которые могут быть ис-

пользованы при проектировании горно-капитальных выработок. Это будет геологической оценкой породного массива.

Второй этап оценки производится в пределах месторождения, где информативными параметрами массива служат элементы тектонических структур в пределах месторождения. Устанавливаются зоны влияния рельефа и аналитически рассчитывается распределение напряжений в породном массиве с глубиной. Так осуществляется горно-геологическая оценка породного массива.

На третьем этапе производится горнотехническая оценка породного массива вокруг горной выработки. Показатели второго этапа корректируются применительно к рассматриваемой горной выработке с применением по необходимости деформационных, структурных и геофизических методов определения напряжений.

Изменение полей напряжений в динамике горных работ контролируется геоакустическим методом, где информативным параметром массива принят акустический модуль [1], равный произведению объемной массы пород на скорости упругих продольных и поперечных волн.

Таким образом в Кыргызском Тянь-Шане действуют горизонтальные тектонические напряжения неотектонической природы с зональным распределением по направлению действия.

Геометризацией и тектонофизическим анализом тектонических структур зонально и поэтапно оценивается геомеханическое состояние породного массива конкретного высокогорного ме-

сторождения, которое позволяет разработать оптимальные параметры ведения горных работ, предотвращая негативные проявления геомеханических процессов.

Литература

1. Садыбакасов И. Неотектоника Высокой Азии / И. Садыбакасов. М.: Наука, 1990. 180 с.
2. Ялымов Н.Г. Теоретические основы управления давлением пород при разработке месторождений в горных районах / Н.Г. Ялымов. Бишкек: Илим, 1992. 183 с.
3. Кутепов В.М. Результаты изучений естественных напряжений в массивах трещиноватых пород горных склонов / В.М. Кутепов // Вестник МГУ. Сер. Геология. 1986. № 6.
4. Карагулов Н. Исследование распределения напряжений в горных склонах методом фотоупругости: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н. Карагулов. Фрунзе, 1973. 23 с.
5. Айтматов И.Т. Экспериментальные исследования напряженного состояния массива горных пород на месторождениях Средней Азии / И.Т. Айтматов, К.Д. Вдовин, Н.Г. Ялымов // Изв. АН Кирг. ССР. 1978. № 4. С. 34–38.
6. Мамбетов Ш.А. Прогнозирование и контроль напряженно-деформированного состояния массива пород в высокогорных районах / Ш.А. Мамбетов. Фрунзе: Илим, 1988. 189 с.
7. Мамбетов Ш.А. Горные работы в условиях Тянь-Шаня / Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2013. 284 с.