

УДК 622.271

Ш.Р. Мухитдинов, В.Р. Рахимов

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДАРООПАСНОСТИ ГОРНЫХ
ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОЧБУЛАК**

Для оценки потенциальной удароопасности месторождений необходимо выявить основные факторы, влияющие на проявления горного давления в динамических формах. Этими факторами являются: наличие пород с высокими упругими свойствами, действие в горном массиве значительных гравитационно-тектонических и геодинамических напряжений, достижение критических глубин горных работ и другие техногенные факторы.

Породы и руда Кочбулакского месторождения характеризуются высокими прочностными свойствами, способные накапливать значительную потенциальную энергию и хрупко разрушаться, т.е. склонные к горным ударам. Такими породами на руднике являются андезитовые и дацитовые порфириды.

Месторождение расположено в сейсмически активной зоне горно-складчатой структуры Тянь-Шаня, где по данным многочисленных исследований значение вертикальных напряжений близко к γH , а горизонтальных напряжений превышают вертикальных в 1.2-4 раза. Результаты натурных измерений, проведенные институтом «Иргиредмет» подтвердили наличие в массиве значительные горизонтальные напряжения ($0,8\gamma H$) тектонического происхождения. Вследствие тектонических особенностей района и совместного действия гравитационных, тектонических и геодинамических сил естественное поле напряжений в массиве пород неоднородно.

Для выявления удароопасности в работе [1] были проведены геодинамическое районирование месторождения и геометризация напряженно-деформированного состояния пород отдельных месторождений Средней Азии и получены положительные данные по прогнозу их потенциальной удароопасности.

Так как породы и руды месторождения склонны к горным ударам и в горном массиве действует гравитационное и тектоническое напряжения, необходимо прогнозировать критические глубины по динамическому проявлению горного давления

Прогноз степени удароопасности горных пород производился на нижнем горизонте п. 880 м в районе пересечения квершлага с обходной выработкой, в процессе бурения трех скважин длиной 7,5 и 2,5 м диаметром 59 мм по дискованию керн и определению интенсивности акустических сигналов, возникающих при бурении. Прогноз удароопасности по дискованию керн при бурении скважин выполнялся по "Инструкции по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях склонных к горным ударам", Л. ВНИМИ, 1989 г. [2].

Толщина выбуриваемых из скважин дисков t при неизменном соотношении между осевыми и радиальными по отношению к скважине напряжениями $\sigma_{сж}/\sigma_p$ и прочих одинаковых факторах зависит от величины максимальных радиальных напряжений σ_{p1} . Чем больше максимальные радиальные напряжения σ_{p1} тем интен-

сивнее процесс дискообразования. Диски имеют выпукло-вогнутую форму с выпуклостью в направлении массива. Толщина дисков не превышает половины их диаметра [3, 4].

Наименьшую среднюю толщину дисков с единицы длины скважины устанавливают при наиболее высоких уровнях напряженности ($\sigma_{p1}/\sigma_{сж}$ и минимальных соотношениях σ_{oc}/σ_{p1} . Вторая составляющая радиальных напряжений σ_{p2} практически не оказывает влияния на процесс дискообразования.

Количественные зависимости толщины дисков от уровня напряженности и вида напряженного состояния массива являются универсальными для многих разновидностей горных пород.

С увеличением диаметра керна d_k толщина дисков керна возрастает, а относительная ее величина t/d_k уменьшается. Пересчет параметров дискования керна с одного диаметра на другой производят с помощью поправочного коэффициента если известны толщина дисков или их количество с единицы длины скважины хотя бы одного диаметра:

$$t_1 = t_2 k_t \quad \text{или} \quad N_2 = N_1 k_1 \quad (1)$$

где $k_t = 0,33 + 67d_{k1}/d_{k2}$ при $d_{k1} < d_{k2}$; t_1 – толщина дисков диаметром d_{k2} ; t_2 – толщина дисков диаметром d_{k1} ; N_2 – количество дисков при диаметре керна d_{k2} .

Дискообразование происходит с наибольшей интенсивностью при расположении скважин перпендикулярно действию максимальных напряжений. При бурении скважин под углом к указанному направлению происходит изменение параметров дискования керна.

Для прогноза удароопасности и оценки напряженности массива использовано буровое оборудование со следующими характеристиками режима бурения: скорость вращения бурового става 350—450 об/мин, усилие подачи 1 МПа, скорость бурения 1-2 см/мин, количество воды, подаваемой на забой скважины - 3-7 л/мин. При буре-

нии использовались керновые полусферические коронки диаметром 59 мм.

Для прогноза степени удароопасности необходимо определить направление действия главных напряжений и уровень напряженности в зоне максимума зоны опорного давления.

Напряженное состояние пород по дискованию керна количественно оценивается только в максимуме зоны опорного давления на основе зависимости $t/d = f(\sigma_{p1}/\sigma_{сж})$ которая определяется напряжениями $\sigma_{oc}/\sigma_{p1} = 0,2$. Радиальные напряжения σ_{p1} являются тангенциальными $\sigma_{\theta} \approx \sigma_{p1}$ отношением к выработке.

Для оценки напряженного состояния участков массива бурят скважину по нормали к поверхности обнажения, либо к плоскости, являющейся касательной к ее поверхности, на глубину, равную наибольшему размеру выработки h . При бурении отбирают керновый материал через каждые 0,5 или 1 м.

Результаты измерений толщины дисков представляют в виде гистограмм. Прямолинейные участки гистограммы, соединенные плавной линией, имеют вид параболы, обращенной ветвями вверх.

Расстояние от устья скважины до середины участка с минимальной толщиной дисков является расстоянием до максимума зоны опорного давления.

Положение зоны максимума опорного давления при различных прочностных свойствах горных пород необходимо определять по наибольшей величине $\sigma_{p1}/\sigma_{сж}$, устанавливаемой с учетом средней толщины дисков и их прочности из зависимости:

$$\sqrt{d/t_{cp}} = (0,54 + 0,1\sqrt{d}) + (0,78 + 0,165\sqrt{d})(\sigma_{p1}/\sigma_{сж}) \quad (2)$$

Положение зоны максимальных нагрузок при неизменной прочности пород необходимо устанавливать по наиболее удаленному экстремуму [3].

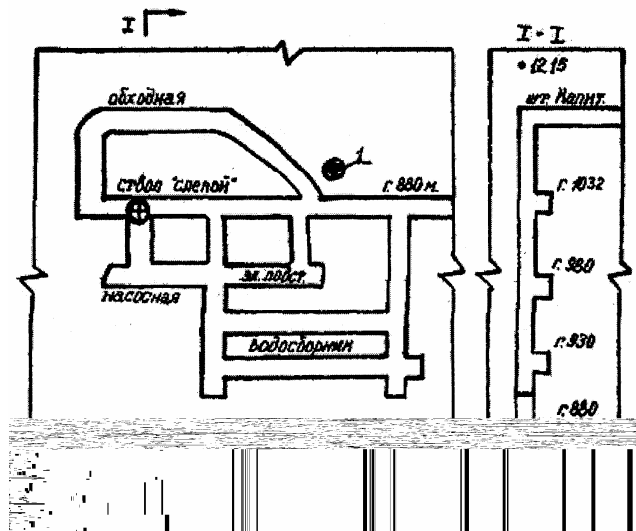
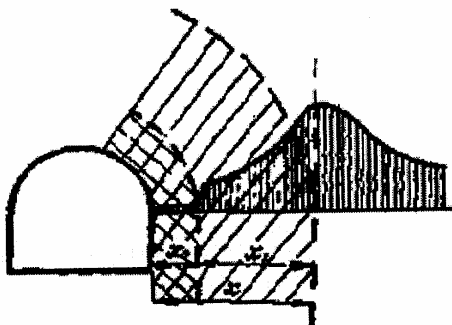


Рис. 1. Схема района проведения экспериментальных работ. I - место проведения экспериментальных работ; 1215 - отметка земной поверхности

Прогноз степени удароопасности пород и руд выполнялся исходя из определения величины напряжений в максимуме зоны опорного давления и расстояния до максимальных нагрузок от обнажения в скважинах, ориентированных перпендикулярно действию максимальных напряжений. Для определения направления максимального напряжения в сечении выработки бурили веер скважин в соответствии с принятой методикой. Скважина, из которой керн вышел в виде дисков наименьшей толщины, показывает направление максимальных напряжений, перпендикулярное ее оси.

Удароопасность массива при дискова-



нии керна в нескольких скважинах определялась также по скважине с наименьшей толщиной дисков в зоне максимума опорного давления. Прогноз степени удароопасности - при неизменных горнотехнических и горно-геологических условиях - может проводиться только по одной скважине с минимальной толщиной дисков.

Иногда у обнажения образуется зона разрушенных пород x_2 . Эта зона может возникать и в результате буровзрывных работ. Дискование керна в этой зоне не наблюдается. Начало зоны дискования керна характеризует границу между зонами x_2 и x_1 . По параметрам t_{cp}/d x_1 и x_2 определяют категорию удароопасности участка горного массива (рис. 2, а).

Необходимо отметить, что метод дискования керна является базовым. Существующие и вновь вводимые методы и критерии определения степени удароопасности в обязательном порядке должны быть сверены на сходимость с результатами базового метода для каждого месторождения [5]. Прогноз удароопасности до 880 м производился по методике дискования керна [2].

Минимальное значение соотношения t_{cp}/d , где $t = 3,5$ мм - толщина дисков, $d = 59$ мм - диаметр скважины, составляет - 0,6 (рис. 2, б).

Рис. 2, а. Размеры зоны опорного давления: $x_1 = 1,07$ м - размер зоны концентрации опорного давления; $x_2 = 0,12$ м - размер зоны разрушенных пород

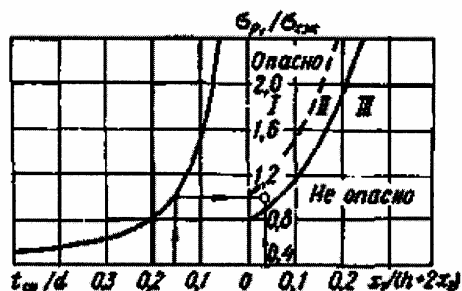


Рис. 2, б. Номограмма для определения удароопасности участков массива по дискованию керна: $t_{ср}/d = 0,6$; $\sigma_{p1}/\sigma_{сж} = 0,17$; $x_1/(h + 2x_2) = 0,33$

По формуле (2), после простых преобразований находим значение σ_{p1} которое равно 21,3 МПа, соответственно и значение соотношения $\sigma_{p1}/\sigma_{сж}$ будет равно - 0,17, при $\sigma_{сж} = 120$ МПа (рис. 2, б).

Соотношение между расстоянием до зоны концентрации опорного давления (X_1 , суммарной величиной высоты выработки (h) и удвоенным расстоянием зоны разрушенных пород (x_2), равно 0,33 (рис. 2, в).

Таким образом, получены исходные данные трех показателей входящих в номограмму определения степени удароопасности горных пород.

Определение интенсивности акустической эмиссии при бурении скважин. Согласно современным взглядам на природу горных ударов, для развития удара необходимо, во-первых, чтобы нагрузки на разрушающийся элемент массива достигли предельных величин и, во-вторых, чтобы выполнялись условия неустойчивости. При определении удароопасности участка массива следует установить, выполняются ли условия горного удара. Однако оперативно определить параметры, входящие в теоретические условия, при текущем прогнозе горных ударов практически невозможно. В связи с этим используются ме-

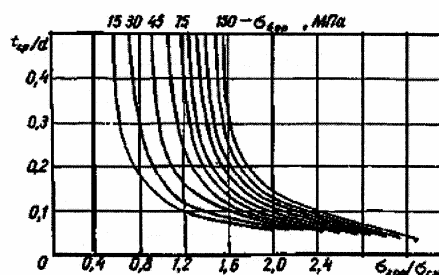


Рис. 2, в. Номограмма для определения удароопасности с учетом вертикальной составляющей напряженного состояния горного массива: $\gamma = 2,63$ т/м³ - объемный вес вмещающих пород; $H = 335$ м - глубина от земной поверхности, $\sigma_{сж} = 7,1$ МПа

тоды, позволяющие определять показатели, косвенным образом связанные с комбинациями параметров теоретических условий. Среди них большим преимуществом обладает метод акустической эмиссии (АЭ), как непосредственно отражающий запредельное деформирование горных пород в процессе формирования удароопасных условий [3].

Измерение величины интенсивности акустической эмиссии производили прибором АЭР-1 в процессе бурения скважин. Суммарная величина интенсивности АЭ определялась за определенные промежутки времени (1 с.; 2 с.; 5 с.) при усилении сигналов (2,5 max).

Результаты измерений были использованы для определения расстояния до зоны максимума опорного давления и зоны разгруженности горных пород.

Проведенный комплекс исследований по оценке удароопасности горных пород Кочбулакского месторождения, включивший в себя исследования геодинамических характеристик района расположения месторождения и экспериментальные исследования геомеханическими методами в натурных условиях (дискование керна, акустической эмиссии), позволили сделать следующие выводы:

1. На руднике не выявлены факторы проявления стреляния, микроударов. Горные породы Кочбулакского месторождения до г. 8 80 м от земной поверхности относятся к категории не опасным по горным ударам. (Все три показателя: $t_{cp}/d = 0,6$; $\sigma_{p1}/\sigma_{сж} = 0,17$; $x_1/(h + 2x_2) = 0,33$ свидетельствуют об отсутствии удароопасности).

2. Массив горных пород месторождения вследствие тектонических особенностей района и совместного действия гра-

витационных, тектонических и геодинамических сил находится в сложном напряженно- деформированном состоянии, происходит сжатие пород юрско-неогеновых отложений.

3. В этих условиях, в горных породах, находящихся ниже отметки г. 880 м, возможно появление признаков горно-тектонических ударов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Геометризация* напряженно- деформированного состояния массива с целью оценки его удароопасности. Сб. «Геодинамическое районирование недр». Сб.науч.трудов КузПИ, Кемерово, 1991.

2. *Инструкция* по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях (объектах строительства подземных сооружений) склоновых к горным ударам. Л., ВНИМИ, 1989.

3. *Стороженко А.Г.* Основные принципы прогноза удароопасности горных пород методом акустической эмиссии. Фрунзе, "ИПИМ", 1986.

4. *Айтматов И.Т.* Геомеханика рудных месторождений Средней Азии. Фрунзе, "Илим", 1987.

5. *Рахимов В.Р.* Давление горных пород в некоторых рудниках Средней Азии. Ташкент, "Фан", 1988.

Коротко об авторах

Мухитдинов Ш.Р. – аспирант,

Рахимов В.Р. – доктор технических наук, профессор, академик АНРУз,

Ташкентский государственный технический университет.

ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР РАН (ИПКОН РАН)			
ЖУЛКОВСКИЙ Дмитрий Викторович	Обоснование метода экологической оценки научно-технического прогресса горного производства	25.00.36	к.т.н.