

**О значении трещиноватости горных пород при проведении буровзрывных работ в месторождении Кальмакыр.**

Maqolada Qolmoqir konda qattiqtojinslari massivining darzlanganligi o'rganish natijalarigabinoan. Tektonikva notektonik dazliklar aniqlangan. Tektonik darzliklar tektonik siquvchi va cho'ziluvchi kuchlar ta'sirida yuzaga keluvchi tekto'nik buzilishlar ta'sir hududi chegarasida darzliklar rivojlangan. Tog' jinslari massivi mustaxkamligi tektonik buzilishlar hududlarida ayniqsa, kuchli dazlangan xududlarda zaiflashgan shu sababdan tog' jinslari uchun yangi meyoriy hujjat ishlab chiqarish maqsadida portilatish ishlarini olib boorish texnologiyasi va ko'rsatgichlarini aniqlashtirish bo'yicha eksperimental tadqiqot ishlarini otkazish zarurligi tavsiya etilgan.

*В статье рассматривается значение трещиноватости горных пород при проведении бров-взрывных работ в месторождении Кальмакыр.*

*Показано в результате изучения трещиноватости массивов горных пород наличие трещин тектонического и нетектонического происхождения. Установлено, что тектонические трещины развиты в пределах зоны влияния тектонических нарушений сжимающих и раскрывающих усилий. Поценызаконамерности: прочность массива горных пород резко падает в зонах тектонических нарушений, особенно в трещиноватых увлажненных породах. Рекомендовано проведение экспериментальных исследований по уточнению параметров и технологии ведения взрывных работ с целью разработки нового усовершенствованного нормативного документа для трещиноватых (ослобленных) работ.*

**Tayanch so'zlar:** kon, massiv, darzdorlik, notektonikdarzliklar, darzdorlikkoefitsienti, darzlaklartizimi, deformatsiya, portlash, pog'onabortitekisligi, maydalanishhududlari, ishqalanishgili, ko'chki, qulashlar, tushish, intruziv, pishiqlik, portlovchi modda solishtirmaa sarfi.

**Ключевые слова:** месторождение, массив, трещиноватость, нетектонические трещины, коэффициент трещиноватости, системы трещин, деформация, взрыв, плоскость борта уступа, зоны дробления, глина трения, оползень, обвал, осыпи, интрузивные, прочность, удельный расход взрывчатых веществ..

В современных теориях разрушения широко используется понятие «прочность» породы. Обычно прочность определяется величиной критических напряжений, при которых происходит разрушение среды (породы) и зависит от наличия дефектов в её структуре (поры, трещины и др.). Количественно свойства трещиноватого массива оценивается удельной трещиноватостью, величиной раскрытия материалом наполнителя, ориентированием основной системы трещин относительно поверхности, на которую производится отбойка, при этом в зависимости от конкретных условий взрывания, свойства взрывчатых вещества трещиноватости пород приоритет получает той или иной фактор действия взрыва.[1]

Карабулакский разлом и Кальмакырский взбросо-сдвиг проходящие в широтном направлении (в пределах проектного контура карьера), являются наиболее крупными ослабленными зонами. Между ними образован крупный тектонический блок, рассечен многочисленными разломами различного направления более мелкого порядка на массивные участки с различной конфигурацией крупных трещин, причем преимущественное развитие здесь получили разрывы северо-восточного направления[3].

В массивах горных пород месторождения Кальмакыр обнаружены трещины тектонического и нетектонического происхождения. Тектонические трещины развиваются в магматических, метаморфических и осадочных сцементированных породах, в пределах

зоны влияния тектонических нарушений, под влиянием тектонических сжимающих и растягивающих усилий, и трещины отрыва, развивающиеся под влиянием растягивающих усилий. Они существенно определяют внутреннее строение отдельных блоков.

Визуальным наблюдением установлено, что трещины большей частью заполнены известковистым и глинистым материалом. В выветрелых породах трещины довольно часто выражены менее четко. Отмечено очень много микротрещин выветривания, невидимых невооруженным глазом, но способствующих разрушению пород под воздействием выветривания. Процесс физического выветривания наиболее интенсивно протекает на склонах и вершинах гор за пределами месторождения сложенных сиенитами диоритами и известняками. Резкое колебание температуры в течение суток, замерзание и оттаивание вод в трещинах и микротрещинах пород способствует их разрушению.

Нетектонически трещины образованные под влиянием внутренних сил сжатия и растяжения, развивающихся в породе в течение длительного времени геологического развития района. Такие трещины встречаются повсеместно, они весьма разнообразны в пространстве. Кроме того, в пределах карьера месторождения Кальмакыр развито большое количество зияющих (оборотных) трещин, образование которых связано с взрывными работами и разгрузкой пород. Такие трещины встречаются повсеместно, они весьма разнообразны.

Особенно четко они наблюдаются на стационарных откосах, где наблюдается также раскрытие «залеченных» трещин.

Изучение трещиноватости массива горных пород с учетом геолого-тектонического строения месторождения показывает, что к ослабленным зонам относятся крупные и мелкие тектонические нарушения, прилегающие к ним участки, т.е. переходные зоны и крупные трещины. В них возможно развитие различных деформаций типа оползней, обвалов и осыпей, затрудняющих процесс эксплуатации месторождения с ростом глубины карьера.

Трещиноватость скальных и полускальных пород является одним из решающих факторов при их инженерно-геологической оценке [2].

Она свойственна только скальным и полускальным магматическим, метаморфическим и осадочным породам месторождения и характеризует результат нарушения их сплошности. В массиве горных пород наличие взаимно пересекающихся трещин влияет на прочность и устойчивость пород, водоносность, влагоемкость, водопроницаемость и, в конечном итоге на взрываемость.

Изучение трещиноватости массивных пород месторождения Кальмакыр показали, что в сиенито - диоритах удельная трещиноватость составила 5-7 трещин на квадратный метр, ширина трещин 2-11 мм, длина 40-120 см, коэффициент трещинной пустотности 0,03-0,05 и угол падения  $16^{\circ}$  -  $80^{\circ}$ .

В диоритах удельная трещиноватость составила вне зон разломов 4-5, реже 7-9 трещин на квадратный метр, в зонах дробления 70-80.

Коэффициент трещинной пустотности составляет 0,001-0,175 удельное растяжение на 1 м площади - от 0,007 - 0,175 до 0,008- 0,018, длина трещин 70-130 см, ширина 3-12 мм, углы падения трещин  $16^{\circ}$  -  $86^{\circ}$ .

В гранодиорит-порфирах коэффициент трещинной пустотности составляет 0,006-0,09 удельное растяжение на 1 м<sup>2</sup> площади 0,007- 0,008, ширина 3-9 мм, длина 60-136 см (рис.1).

Все породы имеют, в основном, 4 системы трещин характерных для всех геологических разностей горных пород азимут простирания  $A = 205-245^{\circ}$ , углы падения  $a=39-65^{\circ}$ :  $A = 150-180^{\circ}$ ,  $a=50-70^{\circ}$  (рис.2).

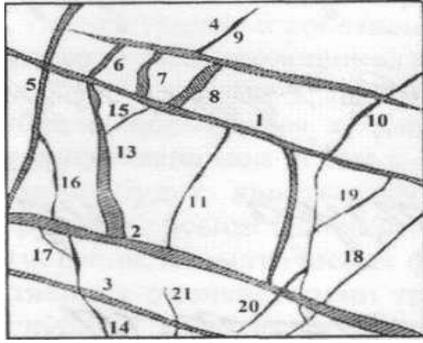


Рис.1. Зарисовка расположения трещин в массиве для подсчета трещинной пустотности

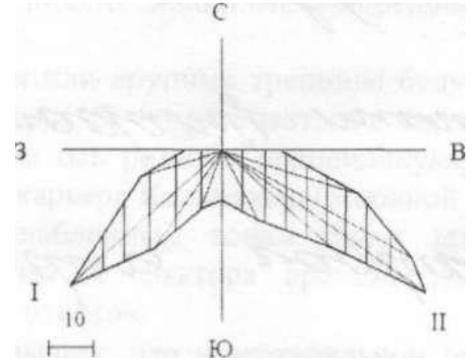


Рис. 2. Роза трещин:  
I-II- системы трещин: I- аз.пр. ЮЗ 205-245°;  
II-аз.пр.ЮВ 150-180°: 10-число измерений

Первая из этих систем трещин выражена более отчетливо и, в большинстве случаев, ее принимают за главную систему трещин.

В сиенитах и сиенито-диоритах 60-70% трещин являются косо секущими и 25-30% нормально секущими по отношению к главным, т.е. основным системам трещин. В остальных породах соотношение косо секущих и нормально секущих трещин приблизительно равное. По отношению к плоскости уступа борта большинство систем трещин (около 75%) расположены диагонально, остальные-поперечно. Исключение составляют известняки Герцинского структурного этажа, где соотношение диагональных и поперечных трещин равное.

Сиенито - диориты и сиениты, имеющие, в основном, 5 систем трещин, образуют блоки параллелопипедальной формы. Исходя из формы блоков, уступы в сиенито-диоритах и сиенитах менее устойчивы по сравнению с уступами в других породах.

Изучение характера деформации больших массивов трещиноватых горных пород показало, что на устойчивость откосов залегания не сплошные трещины не влияют. Что касается сплошных трещин значительного протяжения, то их залегание может оказать решающее влияние на устойчивость откосов.

В данное время в карьере месторождения Ёшлик обнаруживается много трещин, размеры которых достигают 10-30 и более метров по простиранию и падению. По таким трещинам, обычно, происходит заоткоска уступов высотой 10м, 15м и 20м. Около половины этих трещин падает в сторону массива или диагонально простиранию бортов.

Мощность зоны дробления (с крупными трещинами) достигает местами 95м, а Кальмакырский взброса-сдвиг под углом 65° падает на юг. Мощность зон дробления достигает 30м.

В северо-восточном направлении простирается центральный разлом, имеющий юго-восточное падение под углом 80-90°. Зона дробления разлома выражена сильно перетертыми породами тонкими прослойками глинки-трения. Эта зона четко выделяется своим черновато-серым цветом на фоне лимонитизированных пород. Кроме этих региональных тектонических нарушений в пределах карьерного поля геологическими исследованиями обнаружено большое количество разломов местного значения имеющих преимущественно субширотное и северо-восточное простирание, падающих под углами 55- 80°. Мощность зон дробления разломов до 20м [3].

Зоны дробления тектонических нарушений характеризуются низкими прочностными свойствами горных пород и высокой степенью их трещиноватости. С глубиной отмечается увеличение размеров обломков пород. Величина удельной трещиноватости достигает 80 и более. Заполнителем трещин является, в основном, глина трения и собственно измененный материал.

При разработке месторождения, когда разрывные нарушения или крупные трещины будут развиты параллельно борту и падают углами 30-60° в сторону чаши карьера, будут развиваться оползни, обвалы и осыпи. Обвалы образуются, в основном, в тех случаях, когда

ось разлома перпендикулярна борту карьера или направлена под углом к нему, что и происходило в карьере Кальмакыр. Основной причиной их образования будут являться осуществления взрывов. К ослабленным зонам будут приурочены наиболее крупные осыпи. Обычно скорость осыпания зависит от фактора времени, т.е. времени обновления уступов, климатических факторов и углов заложения откосов.

Количественная оценка степени трещиноватости пород показывает, что в вертикальном разрезе (до проектной глубины карьера) трещиноватость почти не будет изменяться. Увеличение трещиноватости отмечается близ и зон тектонических нарушений и на контактах разновидностей горных пород. Кроме естественных (тектонических и нетектонических) трещин, в процессе разработки месторождения будут формироваться искусственные трещины, связанные с разгрузкой пород, а также взрывными работами. Параметры этих трещин будут со временем изменяться. На стационарных бортах карьера будет наблюдаться раскрытие «залеченных» трещин. Ширина раскрытия местами достигает 2 мм. Подобное изменение трещиноватости может наблюдаться по мере углубления карьера Ёшлик.

Таким образом, необходимо отметить что в дальнейшем, когда высота бортов карьера будет расти, к горнотехническим факторам, отрицательно влияющим на устойчивость уступов, будут относиться трещиноватость горных пород и ведение буровзрывных работ, а также неточный выбор углов заоткоски уступов. Массовые взрывы создают зону частичного дробления, распространяющуюся на 40-60 м от скважины. При углублении ослабленных участков уступов будет снижаться их прочность, особенно на тех участках, которые сложены сильно трещиноватыми породами, склонными к интенсивному выветриванию или имеющими неблагоприятно ориентированные тектонические и нетектонические трещины и нарушения, а также при подпитывании водой (подземной) изверженных магматических пород [2].

Из-за ослабленных участков необходимо уменьшать общий угол наклона борта карьера.

В массиве вмещающих интрузивных магматических пород плотность изменяется незначительно от 2,54 до 2,66 г/см<sup>3</sup>. Для сульфидных руд она составляет 2,60 г/см<sup>3</sup>, смешанных - 2,55 г/см<sup>3</sup> и окисленных - 2,50 г/см<sup>3</sup>. Предел прочности при сжатии изменяется от 111,5 МПа для сиенито-диоритов до 49 МПа для кварцевых порфиров в водонасыщенном состоянии он снижается в среднем на 25%.

Изучение прочностных свойств пород показывает, что большой диапазон прочностных показателей что связан с различной трещиноватостью пород и составами заполнителя трещин.

Закономерность изменения прочностных свойств по глубине не установлена. Однако, несомненно, просматривается зависимость от структурных особенностей массива пород. Прочность пород резко падает в (7-8 раз) в зонах тектонических нарушений и в 4-5 раза в сильно трещиноватых породах. Потеря прочности при увлажнении достигает 67%. Скальные породы месторождения по прочности были отнесены к средним и крепким, прочность которых изменяется в пределах 29,8-153,5 МПа. Наиболее прочными являются кварцевые порфиры и диориты, прочность которых на юго-западном борту достигает 124-154,0 МПа. Гранодиорит-порфиры обладают средней прочностью 49,7-106,5 МПа.

Наиболее слабыми на месторождении оказались сиенито-диориты, особенно на северо-восточном борту). Прочность сиенито-диоритов колеблется в пределах 35-66 МПа. В зонах разлома и тектонических нарушений прочность их заметно снижается до 6,5-33 МПа.

Установлено, что увеличение влажности приводит к снижению как угла внутреннего трения, так и сцепления. Это объясняется увеличением и скоростей смещения массива в период интенсивного выпадения осадков.

Согласно вышеприведенным инженерно-геологическим сведениям прочность массива горных пород резко падает в зонах тектонических нарушений, особенно сильно трещиноватых увлажненных породах.[3]

Поэтому в зонах ослабленных горных пород следует провести специальные экспериментальные исследования для подготовки новых конкретных рекомендаций с целью определения параметров и технологии ведения взрывных работ (удельный расход ВВ, сетки расположения скважин и т.д.). В конечном итоге может быть создана новая нормативная документация по взрывным работам в твердых трещиноватых породах.

#### **Литература**

1. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. - М. Недра, 1976.с
2. Ломтадзе В.Д. Инженерная петрология. «Недра», Ленинград 1984 г.
3. Коллектив. Медно-порфировые месторождения Алмалыка. «Фан», Ташкент, 1974 г.
4. Исоматов Ю.П. О влиянии комплексных геологических факторов при открытой разработке месторождения Алмалыкского рудного поля (на примере месторождения Кальмакыр). Горный вестник Узбекистана, № 2, 2003 г.

*Qalmoqqirkonidaburg'ilashvaportlatishishlariniolibborishjarayonidatog'  
jinslariningyorilishiahamiyatihagida.*

*On the significance of fracturing of rocks during drilling and blasting operations in the Kalmakyr field*

*О значении трещиноватости горных пород при проведении буровзрывных работ в месторождении Кальмакыр.*