

Касымканова Х.М.,  
Нурпеисова М.Б.,  
Киргизбаева Г.М.

**Изучение структурных  
и механических свойств  
пород при оценке  
устойчивости откосов**

В результате изучения структуры месторождения составлена структурно-тектоническая карта, где показано, что устойчивость бортов карьера зависит от прочности горных пород, ориентировки тектонических разломов и трещиноватости. Устойчивость бортов карьера отличается на различных участках карьерного поля. По данным обработки съёмки трещиноватости составлены также диаграммы трещиноватости по месторождениям и полигональные кривые распределения систем трещин. В зависимости от распределения трещин по углам их падения создаются совершенно разные условия для деформирования пород.

**Ключевые слова:** трещиноватость, горный массив, карьерный откос, устойчивость, физико-механические свойства пород.

---

Kasymkanova Kh.M.,  
Nurpeisova M.B.,  
Kirgizbaeva G.M.

**The study of the structural and  
mechanical properties of rocks in  
the evaluation of slope stability**

As a result of studying the structure of the field is made up of structural and tectonic map, which shows that the stability of pit walls depends on the strength of the rock mass, the orientation of tectonic faults and fractures, and that resistance will be different in different areas of career fields.

According to the survey of fracture treatment also drawn diagrams of reservoir fracturing and polygon distribution curves fracture systems. Depending on the distribution of cracks at the corners of their fall are very different conditions for the deformation of rocks.

**Key words:** fracture, mountain, career derailed, resistance, physical - mechanical properties of rocks.

---

Касымканова Х.М.,  
Нурпеисова М.Б.,  
Киргизбаева Г.М.

**Карьер кемерінің  
тұрақтылығын бағалауға  
бағытталған, кен жынысының  
құрамы және механикалық  
қасиеттерін зерттеу**

Кен құрылымын зерттеу нәтижесінде карьер кемерінің тұрақтылығы массив кенжынысының беріктігіне, тектоникалық жарықшақтың бағытына тәуелділігі анықталып, карьер алаңындағы әр аймақтың тұрақтылығы әртүрлі болуына байланысты құрылымдық-тектоникалық карта құрастырылды. Жарықшақтарды түсіру және берілген мәндерін өңдеу нәтижесінде кенорындар бойынша жарықшақ жүйелерінің полигональды қисықтары, жарықшақтың таралу диаграммалары салынды.

**Түйін сөздер:** Жарықшақтық, кен массиві, карьер бүйірі, тұрақтылық, кенжынысының физико-механикалық қасиеттері.

## ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД ПРИ ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ

### Введение

В связи с истощением запасов руд, залегающих на доступных глубинах, основным направлением развития горнодобывающей промышленности будет дальнейшее развитие и совершенствование открытого способа добычи полезных ископаемых, что связано с необходимостью вовлечения в эксплуатацию месторождений со сложными горно-геологическими условиями, большой (до 700 м) глубиной разработки и значительным (более 40 – 50 лет) сроком службы бортов карьера. Стремление обрабатывать месторождения открытым способом при минимальных объемах вскрыши зачастую приводит к оползням и обрушениям, а излишний разнос бортов – к большим неоправданным экономическим затратам.

В этой связи особо важное значение приобретает проблема длительной устойчивости карьерных откосов, которая должна обеспечивать безопасность ведения горных работ, с одной стороны, и высокую эффективность производства – с другой.

### Объект исследования

Объектом исследования являлись карьерные откосы сложных месторождений Саякское, Коунрадское и Родниковое, для которых характерно наличие всех форм структур.

Влияние трещиноватости на устойчивость карьерных откосов проявляется в двух формах. Во-первых, трещины снижают прочность массива. Оценка их влияния в этом случае сводится к определению прочностных характеристик, как на поверхности ослабления, так и самого трещиноватого массива. Во-вторых, трещины создают условия для деформирования массива, а характер же деформирования трещиноватого массива определяет выбор расчётной схемы устойчивости.

### Исходные данные и методы исследования

В геологическом строении месторождения принимают простые интрузивные породы. Коунрадское месторождение представлено прожилковато-вкрапленным медно-молибде-

новым орудением, приуроченным к штоку гранодиорит-порфиритов. Саякское месторождение весьма сложное, рудные тела характеризуются прерывистостью, гнездообразным строением. А породы месторождения Родниковое относятся к весьма крепким, имеется наличие хорошо развитых и различно ориентированных трещин.

Многочисленные трещины и крупные разрывные нарушения послужили путями смещения рудоносных жил, а местами – отложениями рудной минерализации. Разрывные нарушения на этих месторождениях вызвали блоковые движения на всех участках месторождений, в результате которых усиливались мелкие трещины практически во всех направлениях.

При изучении структуры массива горных пород месторождений Коунрад и Саяк нами были применены два различных метода изучения структуры, а именно: метод точечных массовых замеров элементов залегания трещин и метод площадной структурной съёмки.

Выбор того или иного из этих методов определяется сложностью структуры массива изучаемого участка месторождения. Так, структура пород борта карьера Родниковое, которая отличается более выдержанным характером, изучалось методом массовых точечных замеров элементов залегания трещин. Всего было сделано около 300 замеров.

Изучение бортов Саякского и Коунрадского карьеров, более сложной структуры, где наблюдались оползневые явления, проводилось методом площадной структурной съёмки. Ширина площадок составляла 30 метров, расположены на различных горизонтах. В каждой площадке было сделано до 150 замеров элементов трещин и других определенных- размеры и формы структурных блоков, протяженность трещин, характер и материал заполнения поверхностей ослабления, зон выветренных пород, зон разломов и смятий пород. Всего было сделано около 1500 замеров по 10 площадкам.

Обработка замеров съёмки трещин проводилась на стереографических и прямоугольных

сетках, которая заключается в нанесении на сетку или диаграмму элементов залегания трещин в виде точек и нахождения их концентрации, выраженные в абсолютной или относительной величинах. Концентрацию трещин изображают изолиниями, по максимумам которых определяют элементы залегания наиболее развитых систем трещин.

### Результаты и обсуждения

В результате изучения структуры месторождения составлена структурно-тектоническая карта (рисунок), анализ которой позволяет отметить, что устойчивость бортов карьера зависит от прочности породного массива, ориентировки тектонических разломов и трещиноватости. Очевидно, что устойчивость будет отличаться на различных участках карьерного поля. А значительная раздробленность прибортового массива трещинами существенно снижает прочностные свойства пород, свидетельствует о том, что на этих участках потребуются искусственное укрепление борта.

По данным обработки съёмки трещиноватости составлены также диаграммы трещиноватости по месторождениям и полигональные кривые распределения систем трещин. Следует отметить, что на карьере в прибортовом массиве чаще всего встречаются трещины согласнопadaющие, чем несогласнопadaющие. В зависимости от распределения трещин по углам их падения создаются совершенно разные условия для деформирования пород.

Одним из основных этапов исследования устойчивости откосов карьера Родниковое явилось изучение механических свойств горных пород. Для расчёта устойчивости бортов карьера нами определены следующие прочностные характеристики: угол внутреннего трения ( $R$ ) и сцепление пород в образце ( $C$ ); угол внутреннего трения ( $R$ ) и сцепление пород в массиве ( $C_m$ ), а также плотность ( $G$ ), пределы прочности пород на сжатие ( $Sc$ ), растяжение ( $Sp$ ), модуль упругости ( $E$ ), коэффициент Пуассона ( $M$ ) и влажность ( $W$ ).

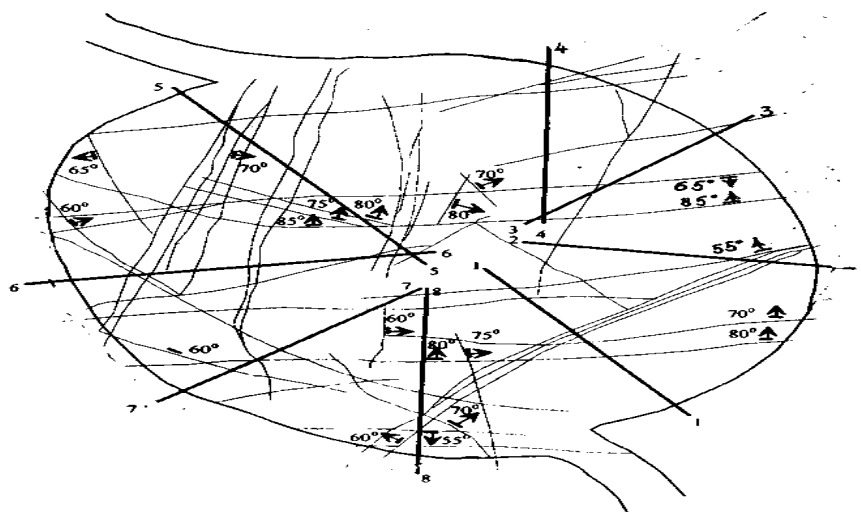


Рисунок - Структурно-тектоническая карта Родникового месторождения

Для изучения физико-механических свойств горных пород образцы отбирали на разной глубине в контурах бортов карьера в соответствии с требованиями ВНИМИ. Данные характеристик пород в куске, в массиве приведены в отчётах о проделанной работе [1,].

### Выводы

Выявляемые в процессе разведки месторождения структуры пород оказывают огромное значение на состояние прибортового массива и определяют во многом будущую конструкцию бортов карьера. Так, согласно классификации В.Н. Попова [3], для месторождений с горизонтальным залеганием различных пород устойчивость бортов определяется трещиноватостью, прочностью по плоскостям ослаблений и физико-механическими свойствами пород. При наклонном залегании пород устойчивость бортов зависит от пространственного расположения слоев относительно поверхности откосов. На месторождениях со складчатой формой залегания пород, помимо отмеченных факторов, на устойчивость бортов оказывают влияние зоны дробления и перемятых пород. Анализ данных показывает, что основным видом деформации уступов, сложенных скальными и полускальными трещиноватыми породами, являются осыпь

и обрушение. В уступах, сложенных скальными трещиноватыми породами, осыпь образуется вследствие влияния буровзрывных работ на массив горных пород [5]; в уступах, сложенных полускальными трещиноватыми породами (верхние горизонты южного борта карьера), обрушение образуется вследствие интенсивного выветривания горного массива. Широкое изучение трещиноватости массива горных пород позволило установить критические периоды стояния бортов карьера без активного разрушения с учетом влияния природных и технологических факторов [6]; выявить основные системы трещин в горных породах, слагающих борта карьера Аксай; коэффициент структурного ослабления, который находится в пределах 0,025-0,08. Анализ изучения фактической устойчивости откосов, выявленных основных видов деформаций прибортовых массивов и причин, вызывающих эти деформации, а также результатов структурных особенностей и физико-механических свойств горных пород позволил получить графо-аналитические зависимости между параметрами откосов и свойствами пород. Угол падения трещин в сторону карьера в значительной степени влияет на угол откоса уступа, причем, эта зависимость прямая, т.е. крутое падение трещин обуславливает и крутой угол, а пологое падение – пологий угол откоса уступа.

### Литература

1 Оценка устойчивости бортов карьера Родникового месторождения / Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М. и др. – Алматы: КазНТУ, 2003.- 20 с

- 2 Методические рекомендации по оценке устойчивости бортов карьеров //Нурпеисова М.Б., Бек А.Ш., Киргизбаева Г.М. – Алматы: КазНТУ, 2001. – 24 с.
- 3 Попов В.Н., Ильин А.И. Устойчивость бортов карьеров – М.: МГИ, 1991. – 109 с
- 4 Нурпеисова М.Б. Геомеханика. – Алматы: КазНТУ, 2000. – 120 с.
- 5 Ракишев Б.Р., Винокуров Л.В. Пеленгация источников возмущения в массиве горных пород. - Алматы: НИЦ, 2002. - 235 с.
- 6 Цай Б. Физические аспекты механизма разрушения горных пород //Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2004. – № 1. – С. 27-31.

#### References

- 1 Ocenka ustojchivosti bortov kar'era Rodnikovogo mestorozhdenija / Nurpeisova M.B., Kasymkanova H.M. i dr. – Almaty: KazNTU, 2003. – 20 s.
- 2 Metodicheskie rekomendacii po ocenke ustojchivosti bortov kar'erov // Nurpeisova M.B., Bek A.SH., Kirgizbaeva G.M. – Almaty: KazNTU, 2001. – 24 s.
- 3 Popov V.N., Il'in A.I. Ustojchivost' bortov kar'erov – M.: MGI, 1991. – 109 s.
- 4 Nurpeisova M.B. Geomehanika. – Almaty, KazNTU, 2000. – 120 s.
- 5 Rakishev B.R., Vinokurov L.V. Pelengacija istochnikov vozmushhenija v massive gornyh porod. – Almaty: NIC, 2002. – 235 s.
- 6 Caj B. Fizicheskie aspekty mehanizma razrushenija gornyh porod // Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznyh iskopajemyh. – 2004. – № 1. – S.27-31.