

УДК: 622.235 (043.3)

 10.5281/zenodo.10784767

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛЬМАКЫР



**Хасанов Абдирашид
Салиевич**

*д-р техн. наук, профессор, зам.
глав. инженера по науке
АО «Алмалыкский ГМК»,
Алмалык, Узбекистан*



**Каримов Ёқуб
Латипович**

*Доц. кафедры “Горное дело”,
Каршинский инженерно-
экономический институт,
Карши, Узбекистан
E-mail: karimov_6613@mail.ru*



**Латипов Зухриддин
Ёқуб угли**

*Доц. кафедры “Горное дело”,
Каршинский инженерно-
экономический институт,
Карши, Узбекистан
E-mail:
zuhridin.latipov7@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-6540-6672*



**Эгамбердиев Бахтиёр
Барат угли**

*Магистрант Каршинский
инженерно-экономический
институт, Карши, Узбекистан*

Аннотация. В статье рассмотрены основные сведения об объектах исследований в виде краткой горно-геологической характеристики месторождений, сделана классификация месторождений с учетом геологических комплексов горных пород по условию устойчивости, а также классификация горных пород по их прочности в бортах карьеров. Увеличение глубины и объемов ведения открытых горных работ, ухудшение геологических и горно-технических условий разработки месторождений определяют качественно новый подход к обеспечению устойчивости карьерных откосов. Для расчетов использовались имеющиеся показатели физико-механических свойств. Следует признать, что достоверные значения расчетных показателей физико-механических свойств пород четвертичных отложений возможно получить только обратными расчетами или полевыми методами.

Ключевые слова: горных пород, прочность, карьер, трещиноватость, устойчивость бортов, рудное поле, руда, угол внутреннего трения пород.

QALMOQIR KONI SHAROITIDA MUHANDISLIK-GEOLOGIK

O'ZGARISHINI PROGNOZLI BAHOLASH

**Hasanov Abdirashid
Saliyevich**

*“Olmaliq KMK” AJ bosh
muhandisining ilm-fan bo'yicha
o'rinbosari,
Olmaliq, O'zbekiston*

**Karimov Yoqub
Latipovich**

*Qarshi muhandislik-iqtisodiyot
instituti, Konchilik ishi kafedrası
dotsenti,
Qarshi, O'zbekiston*

**Latipov Zuhridin Yoqub
o'g'li**

*Qarshi muhandislik-iqtisodiyot
instituti, Konchilik ishi kafedrası
dotsenti t.f.f.d. (PhD),
Qarshi, O'zbekiston*

**Egamberdiyev Baxtiyor
Barat o'g'li**

*Qarshi muhandislik-iqtisodiyot
instituti magistranti,
Qarshi, O'zbekiston*

Аннотация. Мақоллада tadqiqot obyektlari to'g'risidagi asosiy ma'lumotlar konlarning qisqacha kon-geologik xususiyatlari, konlarning tasnifi tog' jinslarining geologik komp-

lekslarini barqarorlik holatini hisobga olgan holda shuningdek, tog' jinslarini karyerlarning yon tomonlarida mustahkamligiga ko'ra tasnifi ko'rinishida ko'rib chiqilgan. Ochiq usulda qazib olish chuqurligi va hajmining ortishi, konlarni o'zlashtirishning geologik va kon-texnik sharoitlarining yomonlashuvi karyer yonbag'irlarining barqarorligini ta'minlashga sifat jihatidan yangicha yondashuvni belgilab beradi. Hisob-kitoblar uchun fizik va mexanik xususiyatlarning mavjud ko'rsatkichlari ishlatilgan. Shuni ta'kidlash kerakki, to'rtlamchi jinslarning fizik-mexanik xususiyatlarining hisoblangan ko'rsatkichlarining ishonchli qiymatlarini faqat teskari hisob-kitoblar yoki dala usullari bilan olish mumkin.

Kalit so'zlar: tog' jinslari, mustahkamlik, karyer, darzdorlik, bort turg'unligi, ruda maydoni, ruda, jinslarning ichki ishqalanish burchagi.

FORECAST ASSESSMENT OF CHANGES IN ENGINEERING GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE KALMAKYR MINING DEPOSIT

**Khasanov Abdirashid
Saliyevich**

Alternate of deputy chief engineer
in science of JSC "Almalyk MMC",
Almalyk, Uzbekistan

**Karimov Yoqub
Latipovich**

Associate Professor, Department of
Mining, Karshi Engineering-
Economics institute,
Karshi, Uzbekistan

**Latipov Zuhridin Yoqub
ugli**

Associate Professor, Department of
Mining, Karshi Engineering-
Economics institute,
Karshi, Uzbekistan

**Egamberdiyev Baxtiyor
Barat ugli**

Master's degree student, Karshi
Engineering-Economics institute,
Karshi, Uzbekistan

Abstract. The article discusses basic information about the objects of research in the form of a brief mining and geological characteristics of the deposits, a classification of deposits is made taking into account the geological complexes of rocks according to the condition of stability, as well as a classification of rocks according to their strength in the sides of quarries. The increase in the depth and volume of open-pit mining, and the deterioration of geological and mining-technical conditions of deposit development determine a qualitatively new approach to ensuring the stability of quarry slopes. For calculations, available indicators of physical and mechanical properties were used. It should be recognized that reliable values of the calculated indicators of the physical and mechanical properties of Quaternary rocks could only be obtained by reverse calculations or field methods.

Keywords: rocks, strength, quarry, fracturing, stability of sides, ore field, ore, angle of internal friction of rocks.

Введение. Рудное поле месторождения Кальмакыр сложено интрузивными и вулканогенными породами различного состава и возраста. Осадочные породы сохранились в виде останцев среди интрузивных пород. Прогноз изменения инженерно-геологических условий месторождения Кальмакыр в процессе отработки его флангов производится на

основании анализа геологического строения территории, опыта эксплуатации карьеров Кальмакыр, находящихся в аналогичных природных условиях, а также новых сведений о физико-механических свойствах горных пород горизонтах и флангах месторождения.

Прогнозируемыми элементами являются прочностные характеристики

пород, трещиноватость, устойчивость бортов и возможность проявления физико-геологических процессов при эксплуатации карьера.

Обсуждение и результаты. Прочность горных пород при прочих равных условиях зависит от их монолитности. С нарушением монолитности (появлением трещин) прочность пород неизменно снижается.

Трещиноватость – общее свойство твердых и полутвердых горных пород. Природа трещиноватости горных пород различна.

Трещиноватость горных пород на

месторождении изучалась в по обнажениям, размером 1×1 м². По результатам замеров составлены таблицы и графики, построены круговые диаграммы и розы трещиноватости, подсчитаны количественные показатели трещиноватости пород. Геометрические параметры трещин на площадках изменяются в пределах: ширина – от 2 до 5 мм, длина – от 51 до 100 см. Количество трещины варьирует от 1 до 9. Определение количественных показателей трещиноватости по площадкам коэффициент трещиной пустотности (КТП) – от 0,6 до 1,6% (табл. 1).

Таблица-1

Определение трещинной пустотности по площадкам карьера Кальмакыр

Площадка	№ п/п	Среднее расстояние между трещинами в системе a_i , см	Средняя ширина трещин в системе, V_i , см	Трещинная пустотность, %	Классификация по М.В.Рацу
Северо-восточный борт	1	17,6	0,28	1,5	большая
	2	19,0	0,3	1,5	большая
	3	30,0	0,5	1,6	большая
	4	16,0	0,2	1,2	большая
	5	24,0	0,46	1,8	большая
	6	23,6	0,5	2,0	большая
	7	22,2	0,4	1,7	большая
	8	38,2	0,3	0,7	малая
	9	20,0	0,2	1,0	средняя
Юго-западный борт	10	11,7	0,228	1,8	большая
	11	28,0	0,2	0,7	средняя
	12	5,3	0,2	3,6	очень большая
	13	22,5	0,22	0,9	средняя
	14	16,1	0,3	1,8	большая
	15	13,25	0,25	1,8	большая
	16	13,0	0,2	1,5	большая
	17	21,6	0,23	1,0	большая
	18	14,2	0,32	2,2	большая
	19	15,2	0,25	1,6	большая
	20	12,3	0,41	3,2	очень большая

Изучение физико-механических свойств горных пород и оценка их изменений по месторождению проводились по результатам лабораторных исследований монолитов.

На площади месторождения преимущественное развитие получили интрузивные породы, представленные сиенит-диоритами, диоритами, гранодиорит-порфирами.

Изучение физико-механических свойств горных пород месторождений заключалось в определении физических, прочностных и деформационных показателей, являющихся исходными данными для расчета устойчивости бортов карьера.

Отмечается большой диапазон колебания значений прочностных показателей, что связано с различной трещиноватостью пород и характером заполнителя трещин. Установлено, что если заполнитель трещин представлен рудной минерализацией (пирит, халькопирит), то прочность породы сравнительно невелика. Наиболее прочным заполнителем является собственно перетёртом материал, в этом случае скол породы происходит, как правило, не по трещинам, а непосредственно по породе. Угол скола по трещинам изменяется от 40 до 68°, но в основном равен 50-70°.

Сопротивление растяжению для сиенито-диоритов изменяется от 1,4 до 1,5 МПа, а угол внутреннего трения от 31 до 50°. Для диоритов эти показатели соответственно равны 5,6-10,8 МПа.

Пределы изменения прочностных свойств в пределах контура карьера для различных разновидностей пород зависят от их ориентировки относительно главных тектонических нарушений.

Угол внутреннего трения пород в зоне дробления равен 50-55°, для сильнотрещиноватых пород – 26-30°, для массивных – 30-37°. Сила сцепления для сильнотрещиноватых пород равна 15-25 МПа, зона дробления – до 5-10 МПа.

По отобранным образцам горных пород был определен комплекс показателей физико-механических свойств: удельный и объемный вес, водопоглощение, пористость, предел прочности при растяжении, предел прочности при сжатии (в естественном и водонасыщенном состоянии), коэффициент размягчаемости и коэффициент крепости по Протождяконову.

Экстремальные значения и водно-физические свойства горных пород на участка: удельный вес изменяется гранодиорит, порфир, сиенит-диорит от 2,66 до 2,90 г/см³, в среднем – 2,69-2,76 г/см³, а объёмный вес варьирует в пределах от 2,34 до 2,65 г/см³, в среднем – 2,46-2,58 г/см³, водопоглощение 0,41-6,02%. Изменение физических показателей связано с составом и свойством горных пород. Предел прочности при растяжении составляет 13-10,8 МПа, при сжатии в естественном состоянии – 19,8-113,4 МПа, коэффициент крепости по Протождяконову – до 9,3.

Для проверки устойчивости бортов, рекомендованных угол заложения, проведен расчет по определению коэффициента запаса устойчивости (K_y). В случае, когда в массиве горных пород нет четко выраженных ослаблений, поверхность скольжения применяется и для каждого расчётного выбранного разреза определяем положение наиболее опасной поверхности скольжения. Здесь основным вопросом является выбор коэф-

коэффициента запаса устойчивости (K_y) и расчетных характеристик пород. Согласно рекомендации ВНИМИ, в зависимости от срока эксплуатации, глубины горных выработок и сейсмичности района, для рассматриваемого месторождения коэффициент устойчивости применяется – 1,2. Учитывая, что в расчетных характеристиках между элементарными блоками существенных отличий не наблюдается, поэтому для расчета принимается значения выбранные расчетных характеристика пород, разделив их на (K_y).

Коэффициент запаса устойчивости определяется их уравнения равновесия:

$$K = \frac{tg\varphi * \epsilon P_i * \cos\alpha_i + C_i l_i}{\epsilon P_i \sin\alpha_i}$$

или

$$K = \frac{tg\varphi * \epsilon N_i + C_i l_i}{\epsilon \tau_i}$$

где, $tg\varphi$ – коэффициент угла внутреннего трения;

P_i – вес блока выделенного элементарного блока;

α_i – угол наклона касательной у поверхности скольжения в пределах блока;

C_i – сила сцепления элементарного блока;

l_i – длина каждого i участка кривой;

Таблица-2

Наименование разрезов	Номер блоков	Площадка (F)	P_i	α_i	$\cos\alpha_i$	$\sin\alpha_i$	N_i	$\epsilon \tau_i$	l_i	«K» по ВНИМИ
I-I блок С.В. борт $\varphi = 52^\circ$ $C = 15$ $\delta = 2,66$ $H = 185$	I	375	997,5	50	0,64	0,76	683	2519	200	1,8
		$K = \frac{tg\varphi * \epsilon N_i + C_i l_i}{\epsilon \tau_i} = \frac{1,2 * 3724,7 + 15 * 100}{3311} = \frac{4469,6 + 1500}{3311} = 1,8$								
II-II блок С.В. борт $\varphi = 34^\circ$ $C = 5$ $\delta = 2,78$ $H = 195$	II	560	1556	31	0,85	0,51	1333,7	2519	300	1,3
		$K = \frac{tg\varphi * \epsilon N_i + C_i l_i}{\epsilon \tau_i} = \frac{0,67 * 3724,7 + 5 * 600}{3311} = \frac{1203,6 + 3000}{3311} = 1,3$								
III-III блок С.В. борт $\varphi = 31^\circ$ $C = 5$ $\delta = 2,73$ $H = 95$	III	690	1883,7	30	0,98	0,17	1751	2519	400	1,25
		$K = \frac{tg\varphi * \epsilon N_i + C_i l_i}{\epsilon \tau_i} = \frac{0,57 * 3724,7 + 5 * 400}{3311} = \frac{2123 + 2000}{3311} = 1,25$								

$\in N_i$ – сумма удерживающих сил;
 $\in \tau_i$ – сумма касательных (сдвигающих) сил.

По полученным значениям проводили расчеты угла наклона бортов и откосов уступов, которые приведены в табл. 2.

Результаты расчета (табл. 2) показывают, что углы устойчивого заложения борта, в современном состоянии карьера (№ 1) равны в среднем 55° . При углублении в два раза средний угол заложения бортов составит 52° .

Таким образом, месторождение будет отрабатываться до уровня подземных вод поэтому во всех участках борта будут устойчивыми при генеральном заложении углов $60-62^\circ$.

Таким образом условия образования данных деформаций в северо-восточном борту рудника Кальмакыр предопределены тектоническим строением, наличием подземных вод и низким значением прочностных свойств пород.

Заключение. Современное состояние карьеров требует углубленного изучения и надежного обоснования параметров устойчивых откосов уступов и бортов (карьера), ведения заоткосных

работ на проектных контурах, а также постоянного инструментального контроля за происходящими в прибортовых массивах геомеханическими процессами с целью своевременного прогноза различного рода деформаций. Увеличение глубины и объемов ведения открытых горных работ, ухудшение геологических и горно-технических условий разработки месторождений определяют качественно новый подход к обеспечению устойчивости карьерных откосов.

Приведены основные сведения об объектах исследований в виде краткой горно-геологической характеристики месторождений, сделана классификация месторождений с учетом геологических комплексов горных пород по условию устойчивости, а также классификация горных пород по их прочности в бортах карьеров.

Для расчетов использовались имеющиеся показатели физико-механических свойств. Следует признать, что достоверные значения расчетных показателей физико-механических свойств пород четвертичных отложений возможно получить только обратными расчетами или полевыми методами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волохов, А. В. (2021). Прогнозная оценка устойчивости бортов карьера. XXI век. Техносферная безопасность, 6(2 (22)), 201-210.
2. Хурсанов, А. Х., Исроилов, А. Т., Пирматов, Э. А., & Хасанов, А. С. (2020). ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ В АО «АЛМАЛЫКСКИЙ ГМК». In Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья (pp. 96-100).
3. Заиров, Ш. Ш., Каримов, Ё. Л., Латипов, З. Ё. У., & Исроилов, У. У. У. (2023). УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГИЕЙ ВЗРЫВА ПРИ ДРОБЛЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД СКВАЖИННЫМИ ЗАРЯДАМИ ВВ. Universum: технические науки, (4-3 (109)), 31-34.

4. Заиров, Ш. Ш., Каримов, Ё. Л., Латипов, З. Ё. У., Холиёрова, Х. К., & Хазратов, Х. Л. (2023). РАЗРАБОТКА СПОСОБА ВЗРЫВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД С СОХРАНЕНИЕМ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ РУДНЫХ ТЕЛ. *Universum: технические науки*, (4- 12(117)), 17-21.
5. Заиров, Ш., Каримов, Ё., & Латипов, З. (2023). УСТАНОВЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ЗА СЛОЖНОСТЬ КОНТАКТА В УСЛОВИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛЬМАКЫР. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 2(01).
6. Заиров, Ш., Каримов, Ё., & Латипов, З. (2023). УСТАНОВЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОПРАВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ЗА СЛОЖНОСТЬ КОНТАКТА В УСЛОВИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛЬМАКЫР. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 2(01).
7. Исоматов, Ю. П., & Гаибназаров, Б. А. (2021). ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЁШЛИК. *International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences*, 2(1), 4-8.
8. Каримов, Ё. Л., Латипов, З. Ё. У., & Турдиев, Ж. Н. У. (2022). РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ КОМБАЙНОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫЕМКИ СИЛЬВИНИТОВЫХ ПЛАСТОВ ТЮБЕГАТАНСКОГО КАЛИЙНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ. *Universum: технические науки*, (11-3 (104)), 54-57.
9. Каримов, Ё. Л., Латипов, З. Ё. У., Боймуродов, Н. А., & Абдиназаров, У. Б. У. (2022). АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОГО МАССИВА ЗАРЯДАМИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ С ИНЕРТНЫМИ СЕРДЕЧНИКАМИ. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 2(12), 207-212.
10. Мислибоев, И. Т., Каримов, Ё. Л., Абдусоатов, С. З. У., & Норкулов, Н. М. У. (2021). Разработка рекомендаций по оптимизации параметров блока при системе с магазинированием руды на месторождений Зармитан. *Universum: технические науки*, (6-2 (87)), 24-26.
11. Насиров, У. Ф., Хасанов, А. А., & Мельникова, Т. Е. (2018). Рациональное использование минерального сырья и техногенных отходов. In *Материалы Международной научно-технической конференции* (pp. 290-292).
12. Норов, Ю. Д., Каримов, Ё. Л., Латипов, З. Ё., & Боймуродов, Н. А. (2019). Вскрытие и подготовка при валовой выемке сложных рудных тел с прослоями и включениями пород на месторождении «Зармитан».
13. Носиров, У. Ф., Заиров, Ш. Ш., Каримов, Ё. Л., & Муродов, Д. Б. У. (2022). ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОБРАЗОВАНИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ВЫЕМОК В НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТАХ ВЗРЫВОМ КАМУФЛЕТНЫХ И СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ. *Universum: технические науки*, (2-4 (95)), 11-19.
14. Носиров, У. Ф., Каримов, Ё. Л., & Латипов, З. Ё. У. (2023). АНАЛИЗ СМЕЩЕНИЯ ГОРНОГО МАССИВА ПРИ ВЗРЫВАНИИ «В ЗАЖАТОЙ

- СРЕДЕ» И ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ РАЗВАЛА ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ НА КАРЬЕРАХ. *Universum: технические науки*, (4-3 (109)), 35-39.
15. Нурхонов, Х. А., Каримов, Ё. Л., Хужакулов, А. М., & Латипов, З. Ё. (2020). Методика расчета параметров контурного взрывания предварительного щелеобразования. *Кончилик хабарномаси*, (81).
 16. Рахимов, В. Р., & Чунихин, С. Г. (2009). Динамическая оценка крупных цветнорудных штокверковых комплексных месторождений (на примере месторождения Алмалык). *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, (4), 137-150.
 17. Уринов, Ш. Р., Каримов, Ё. Л., Норов, А. Ю., Латипов, З. Ё. У., Авезова, Ф. А., & Турсинбоев, Б. Ё. (2021). Проблема управления энергией взрыва при формировании развала взорванной горной массы на карьерах. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (2), 65-71.
 18. Mislibayev, I. T., Nurxonov, X. A., & Latipov, Z. Y. (2023). YER OSTI KON LAHIMLARINI KONTURLI PORTLATISHDA ZARYADLARNING ZAMONAVIY KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQUISH. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, 1(1), 79-85.
 19. Norov, Y., Karimov, Y., Latipov, Z., Khujakulov, A., & Boymurodov, N. (2021). Research of the parameters of contour blasting in the construction of underground mining works in fast rocks. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1030, No. 1, p. 012136). IOP Publishing.