CHUQUR RUDA KONLARI UCHUN XAVFSIZ TURG‘UN BORT MODELINI ISHLAB CHIQISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH

Ravshanov Z.Y.
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent shahri, O‘zbekiston Respublikasi
Kadirkulov D.I
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent shahri, O‘zbekiston Respublikasi
Raxmonov F.F
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Toshkent shahri, O‘zbekiston Respublikasi
Karamanov A.N.
Nukus davlat texnika universiteti, Nukus shahri, Qoraqalpog‘iston Respublikasi
Saatov A.P.
Nukus davlat texnika universiteti, Nukus shahri, Qoraqalpog‘iston Respublikasi
Saparbaev N.B
Nukus davlat texnika universiteti, Nukus shahri, Qoraqalpog‘iston Respublikasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada Qalmoqqir koni misolida chuqur ochiq kon sharoitlari uchun turg‘un bort parametrlarini aniqlash va xavfsizlik koeffitsiyentini hisoblash metodikasi taqdim etilgan. Tadqiqot kon-geologik sharoitlarni tahlil qilish, tog‘ jinslarining fizik-mexanik xususiyatlarini o‘rganish va geomexanik hisoblashlarni o‘z ichiga oladi. Ishlab chiqilgan metodika asosida bort qiyalik burchagi, balandligi va xavfsizlik koeffitsiyenti orasidagi bog‘liqliklar aniqlangan. Tadqiqot natijalari kon ishlarining xavfsizligini ta'minlash va resurs samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar:ochiq kon, turg‘un bort, xavfsizlik koeffitsiyenti, geomexanik hisoblash, tog‘ jinslarining mustahkamligi, bort barqarorligi.

Аннотация. В данной статье представлена методика определения параметров устойчивого борта и расчета коэффициента безопасности для условий глубоких карьеров на примере месторождения Калмоккыр. Исследование включает анализ горно-геологических условий, изучение физико-механических свойств горных пород и проведение геомеханических расчетов. На основе разработанной методики установлены зависимости между углом откоса борта, высотой и коэффициентом безопасности.

ISSN 3030-3907

Результаты исследования направлены на обеспечение безопасности горных работ и повышение эффективности использования ресурсов.

Ключевые слова: открытый карьер, устойчивый борт, коэффициент безопасности, геомеханический расчет, прочность горных пород, устойчивость борта

Abstract. This article presents a methodology for determining stable slope parameters and calculating the safety factor for deep open-pit mining conditions using the Qalmoqqir deposit as an example. The research includes analysis of mining and geological conditions, study of physical and mechanical properties of rocks, and geomechanical calculations. Based on the developed methodology, relationships between slope angle, height, and safety factor have been established. The research results are aimed at ensuring mining safety and improving resource efficiency.

Keywords: open-pit mine, stable slope, safety factor, geomechanical calculation, rock strength, slope stability

KIRISH

Ochiq kon usulida foydalaniladigan chuqur ruda konlarida bort barqarorligini ta'minlash kon ishlarining xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligini belgilovchi asosiy masalalardan biridir. Konlarning chuqurligi ortishi bilan tog‘ bosimining oshishi, tog‘ jinslarining xususiyatlarining o‘zgarishi va tashqi omillarning ta'siri bort deformatsiyasi va vayron bo‘lish xavfini oshiradi [4, 5].

Qalmoqqir koni Markaziy Qizilqum tog‘ tizmasida joylashgan yirik mis-molibden konlaridan biri bo‘lib, kon chuqurligi 200 metrdan oshadi. Kon ishlarining rivojlanishi bilan bort parametrlarini ilmiy asoslash va xavfsizlik koeffitsiyentlarini to‘g‘ri aniqlash zarurati ortib bormoqda [1].

Tadqiqotning maqsadi – Qalmoqqir koni kon-geologik sharoitlari uchun turg‘un bort parametrlarini geomexanik hisoblash va xavfsizlik koeffitsiyentini aniqlash metodikasini ishlab chiqishdan iborat.

Kon-geologik ma'lumotlarni to‘plash va tahlil qilish: Tadqiqot davomida Qalmoqqir konining kon-geologik ma'lumotlari, geofizik tadqiqotlar natijalari va arealviy qazish ishlari ma'lumotlari tahlil qilindi. Tog‘ jinslarining fizik-mexanik xususiyatlari laboratoriya sharoitida tajriba yo‘li bilan aniqlandi [2, 3].

1-jadval.

Qalmoqqir konining asosiy kon-geologik parametrlari

№	Parametr	Qiymati
1	Kon chuqurligi, m	180-220
2	Tog‘ jinsining zichligi, t/m³	2.65-2.85
3	Yopishqoqlik kuchi, MPa	1.2-1.8

ISSN 3030-3907

4	Ichki ishqalanish burchagi, °	38-42
5	Siqilishga mustahkamlik, MPa	45-85
6	Chozilishga mustahkamlik, MPa	4.5-8.5
7	Young moduli, GPa	25-45

Xavfsizlik koeffitsiyentini hisoblash metodikasi: Bort barqarorligini baholash uchun xavfsizlik koeffitsienti *(n)* quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi [6]:

$$n = \frac{\tau_r}{\tau} \qquad (1)$$

bu yerda: τ_r – ushlab turish kuchi (MPa); τ – siljish kuchi (MPa).

Ushlab turish kuchi Kulon-Mor mezoniga asosan hisoblanadi:

$$\tau_r = c + \sigma_n \cdot tan(\varphi) \qquad (2)$$

bu yerda: c – yopishqoqlik kuchi (MPa); σ_n – normal kuchlanish (MPa); φ – ichki ishqalanish burchagi, gradus.

Siljish kuchi bort qiyalik burchagi va vertikal kuchlanish orqali aniqlanadi:

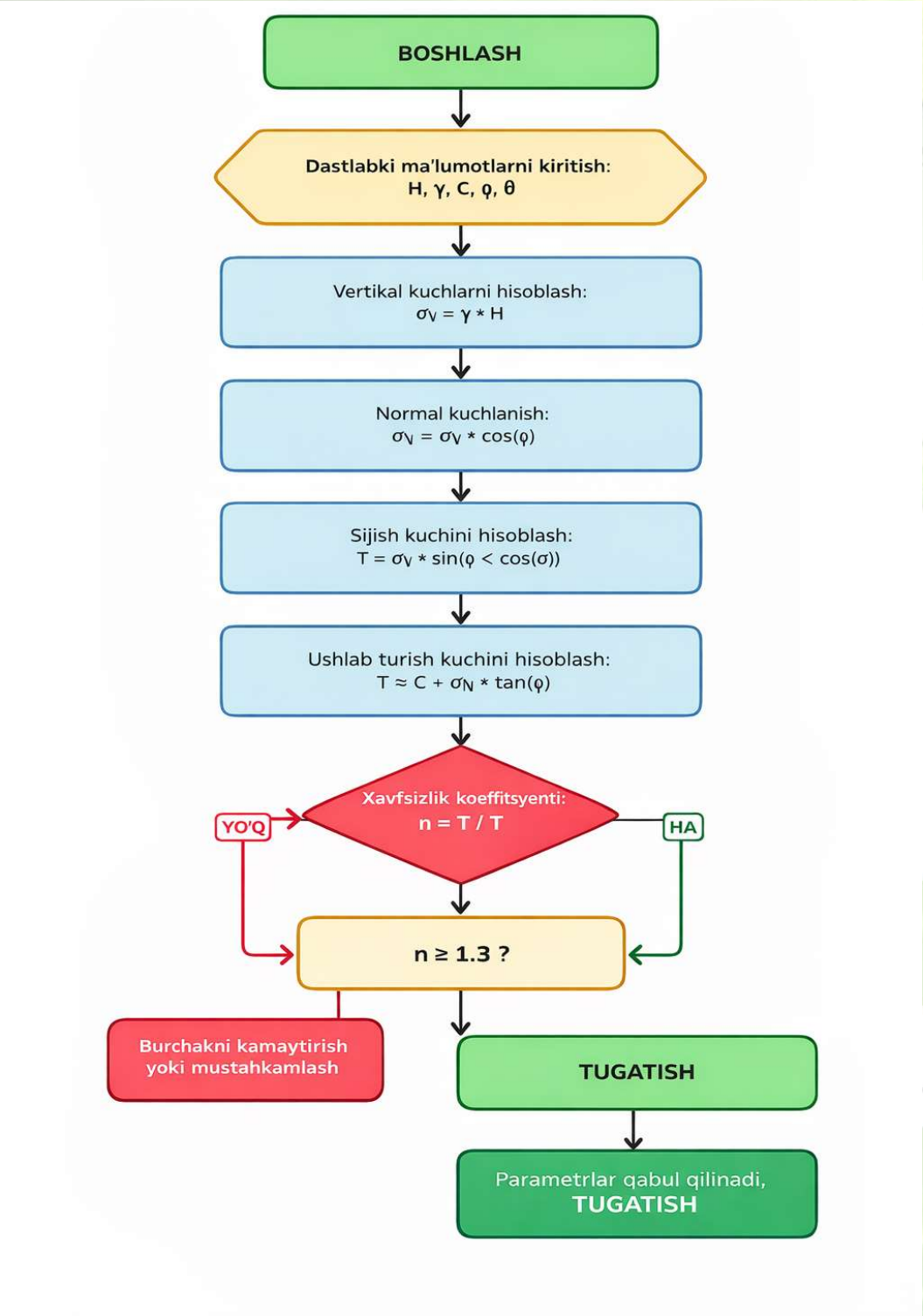
$$\tau = \sigma_v \cdot sin(\alpha) \cdot cos(\alpha) \qquad (3)$$

bu yerda: $\sigma_v = \gamma \cdot H$ – vertikal kuchlanish (MPa); γ – tog‘ jinsining hajmiy og‘irligi (MN/m³); H – kon chuqurligi (m); α – bort qiyalik burchagi, gradus.

Xavfsizlik koeffitsiyenti qiymati quyidagi mezonlar bo‘yicha baholanadi:

- $n \geq 1.3$ – bort barqaror, xavfsiz;
- $1.0 \leq n < 1.3$ – shartli barqaror, ehtiyotkorlik talab etiladi;
- $n < 1.0$ – bort barqaror emas, mustahkamlash zarur [7, 8].

ISSN 3030-3907



1-rasm. Xavfsizlik koeffitsientini hisoblash algoritmi

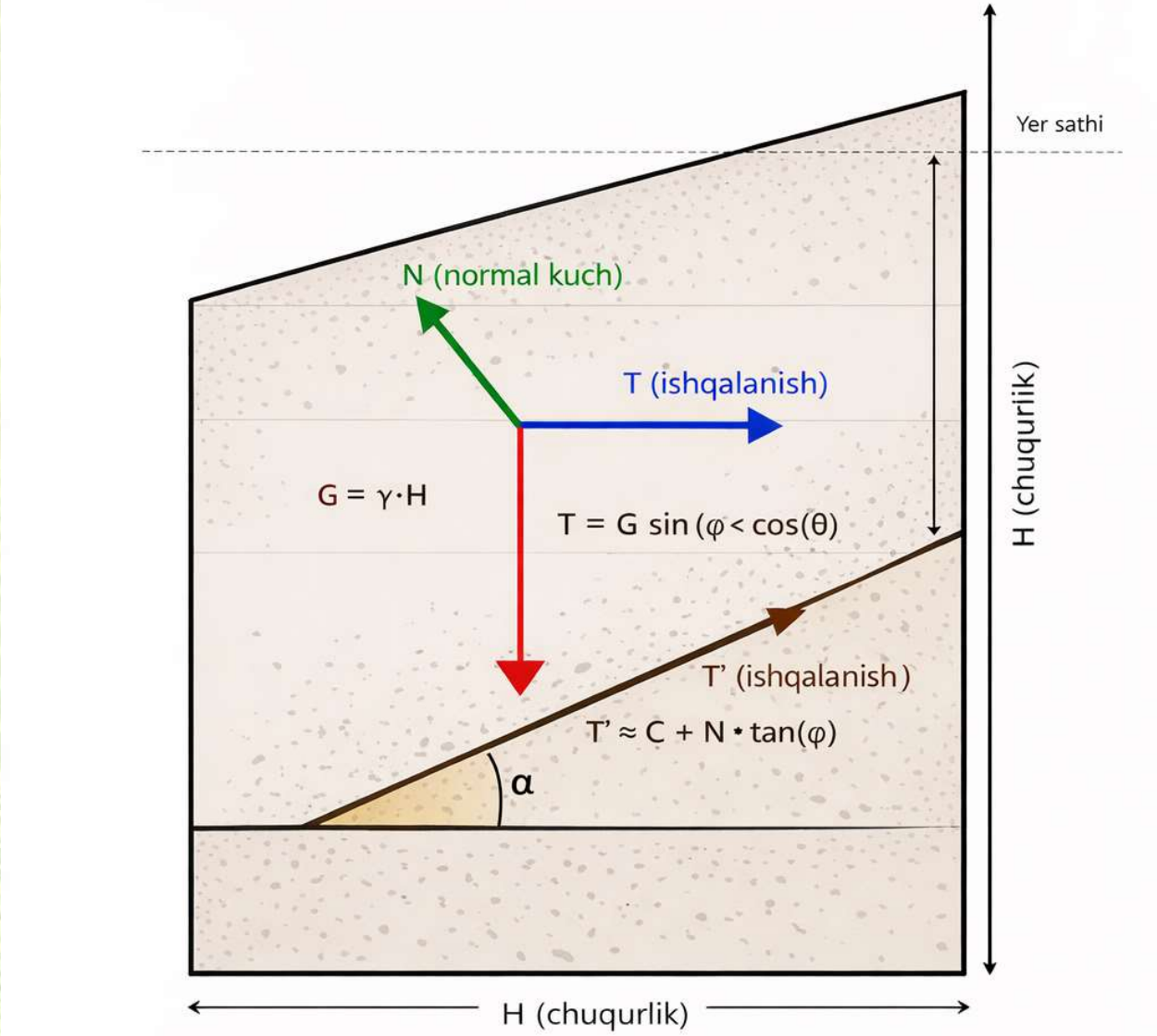
1-jadvalda keltirilgan kon-geologik ma’lumotlar va ishlab chiqilgan metodika asosida turli chuqurlik va bort qiyalik burchaklari uchun xavfsizlik koeffitsiyenti hisoblandi. Hisoblashlar o‘rtacha qiymatlar asosida amalga oshirildi: $\gamma = 0.0265$ MN/m³, $c = 1.5$ MPa, $\varphi = 40°$.

ISSN 3030-3907

2-jadval

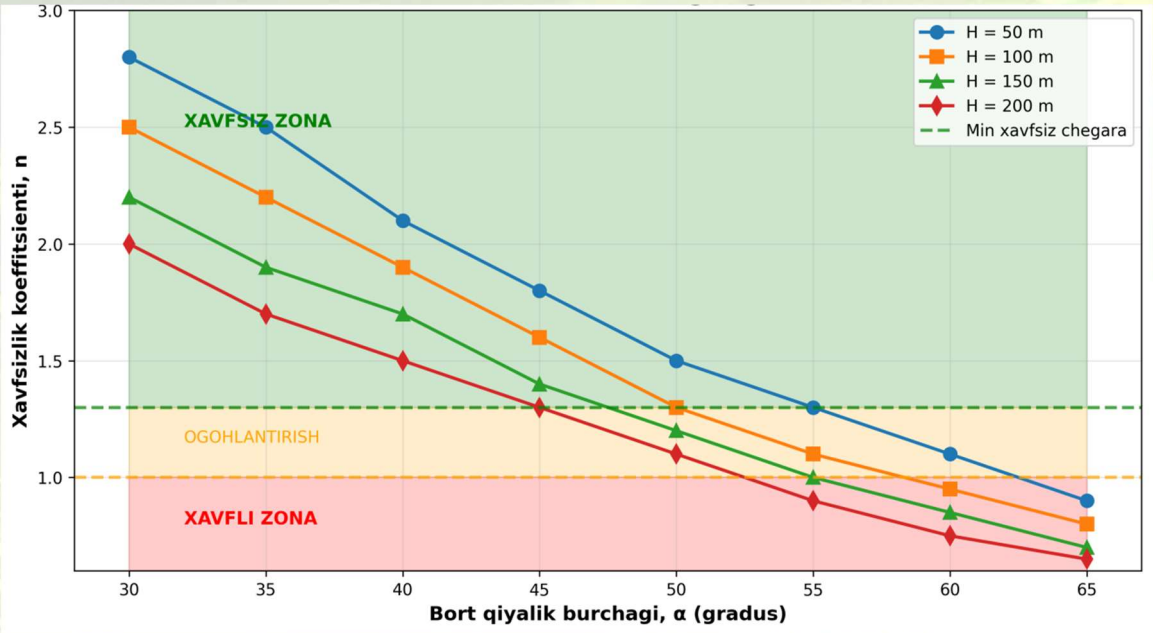
Turli sharoitlar uchun xavfsizlik koeffitsiyenti qiymatlari

Chuqurlik H, m	Bort burchagi 35°	Bort burchagi 40°	Bort burchagi 45°	Bort burchagi 50°	Bort burchagi 55°
50	2.45	2.12	1.85	1.56	1.32
75	2.28	1.98	1.72	1.45	1.22
100	2.15	1.86	1.62	1.36	1.14
125	2.04	1.76	1.53	1.29	1.08
150	1.95	1.68	1.46	1.23	1.03
175	1.87	1.61	1.40	1.18	0.99
200	1.80	1.55	1.35	1.13	0.95



2-rasm Turg‘un bort modelining sxematik ko‘rinishi

ISSN 3030-3907



3-rasm Bort qiyalik burchagi va chuqurlikka bog‘liq holda xavfsizlik koeffitsientining o‘zgarishi

Kon chuqurligi ortishi bilan xavfsizlik koeffitsiyenti kamayadi. Masalan, 35° bort burchagida 50 m chuqurlikda n=2.45 bo‘lsa, 200 m chuqurlikda n=1.80 gacha kamayadi. Bu vertikal kuchlanishning ortishi bilan bog‘liq. Bort burchagi ortishi bilan xavfsizlik koeffitsiyenti keskin kamayadi. 50 m chuqurlikda 35° dan 55° gacha burchakni oshirish n ni 2.45 dan 1.32 gacha kamaytiradi (46% ga). Hisoblash natijalari 3 ta zonani ko‘rsatadi: xavfsiz zona (n≥1.3), ogohlantirish zonasi (1.0≤n<1.3) va xavfli zona (n<1.0). Qalmoqqir koni sharoitlari uchun 150-200 m chuqurlikda 50° dan katta burchaklar xavfli hisoblanadi.

3-jadval

Qalmoqqir koni uchun tavsiya etiladigan bort parametrlari

Chuqurlik H, m	Maksimal xavfsiz burchak α, °	Tavsiya etiladigan burchak α, °	Xavfsizlik koeffitsiyenti n
50-75	55	45	1.72-1.85
76-100	50	42	1.52-1.62
101-125	48	40	1.44-1.53
126-150	45	38	1.35-1.46
151-175	43	36	1.28-1.40
176-200	40	35	1.35-1.55
> 200	38	33	Qo‘shimcha tadqiqot

Qalmoqqir koni uchun xavfsizlik koeffitsiyentini hisoblash metodikasi ishlab chiqildi. Metodika Kulon-Mor mezoni va geomexanika tamoyillariga

ISSN 3030-3907

asoslangan. Turli chuqurlik (50-200 m) va bort burchaklari (35-55°) uchun xavfsizlik koeffitsiyentlari hisoblandi. Chuqurlik va burchak ortishi koeffitsiyentni keskin kamaytiradi. Qalmoqqir koni uchun optimal bort parametrlari tavsiya etildi: 50-100 m chuqurlikda 42-45°, 100-150 m da 38-42°, 150-200 m da 35-38° xavfsiz hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. Umarov F.Ya., Raimjanov B.R. Qalmoqqir konida kon-geologik sharoitlarni tahlil qilish. Tog‘-kon sanoati jurnali. 2022. №3. 45-52 b.
2. Tursunov A.A., Ergashev S.M. Tog‘ jinslarining fizik-mexanik xususiyatlari. Toshkent: Fan, 2021. 210 b.
3. GOST 21153.2-84. Tog‘ jinslari. Siqilishga mustahkamlikni aniqlash.
4. Hoek E., Bray J.W. Rock slope engineering. 3rd ed. London: Institution of Mining and Metallurgy, 1981. 358 p.
5. Wyllie D.C., Mah C.W. Rock slope engineering: civil and mining. 4th ed. London: Spon Press, 2004. 431 p.
6. Bishop A.W. The use of the slip circle in stability analysis. Geotechnique. 1955. Vol. 5. No. 1. P. 7-17.
7. Duncan J.M., Wright S.G. Soil strength and slope stability. Hoboken: Wiley & Sons, 2005. 297 p.
8. Read J., Stacey P. Guidelines for open pit slope design. Collingwood: CSIRO, 2009. 496 p.

ISSN 3030-3907