

UO‘K: 622.831:004.94

 10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.28

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

KALIYLI KONLARDA QAZIB OLISH CHUQURLIGI ORTISHI BILAN SILVINIT RUDASINI QAZIB OLISH TIZIMIDAGI PARAMETRLARNI GEOMEXANIK MOSLASHTIRISH VA NAZARIY ASOSLASH



**Karimov Yoqub
Latipovich**

Dotsent, texnika fanlari bo'yicha
falsafa doktori (PhD), Qarshi
davlat texnika universiteti, Qarshi,
O'zbekiston
E-mail: karimov_6613@mail.ru
ORCID ID: 0009-0000-7885-5306
Science ID: FQD-0326-0060



**Jumayev Ilhom
Kudratovich**

“Dehqonobod kaliy zavodi” AJ
tog'-kon majmuasi bosh injeneri,
Dehqonobod, O'zbekiston



**Olimov Farusxon
Muzaffar o'g'li**

Dotsent, texnika fanlari bo'yicha
falsafa doktori (PhD), Qarshi
davlat texnika universiteti, Qarshi,
O'zbekiston
E-mail: farusxon@mail.ru
ORCID ID: 0009-0003-3787-3657



**Nomdorov Rustam
Urolovich**

Dotsent, texnika fanlari bo'yicha
falsafa doktori (PhD), Qarshi
davlat texnika universiteti, Qarshi,
O'zbekiston
E-mail: rustamnordorov@mail.ru
ORCID ID: 0009-0000-6987-8995
Science ID: FQD-0425-0028

Annotatsiya. Ushbu maqolada kaliyli konlarda qazib olish chuqurligi ortib borishi sharoitida silvinit rudalarini kamerali qazib olish tizimi parametrlarini geomexanik moslashtirish va nazariy asoslash masalalari Tyubegatan kaliy tuzlari koni misolida tadqiq etilgan. Sanoat qatlamlari va ularni o'rab turgan tog' jinslarining fizik-mexanik xossalari, tabiiy va texnogen kuchlanishlar, tektonik omillar, qatlamlarning yotish chuqurligi va qalinligi hamda yaqin joylashgan qatlamlarni qazib olishning o'zaro ta'siri baholangan. “PRESS 3D URAL” dasturiy majmuasi yordamida tog'-kon ishlari rivojlanishining turli sxemalari uchun kuchlanishlar konsentratsiyasi tahlil qilingan. Qazib olish chuqurligi 500–1000 m oralig'ida o'zgarganda kameralararo seliklarning barqarorligini ta'minlovchi parametrlar geomexanik jihatdan asoslangan. Amaldagi Galurgiya instituti uslubiyati va taklif etilayotgan hisoblash usuli bo'yicha olingan natijalar qiyosiy tahlil qilinib, kameralararo seliklarning minimal ruxsat etilgan kengliklari aniqlangan. Taklif etilgan yondashuv seliklarning 50 yillik me'yoriy xizmat muddatini ta'minlagan holda kameralararo seliklarda qoldiriladigan ruda nobudgarchiligini 15–20% ga kamaytirish imkonini berishi aniqlangan. Olingan natijalar katta chuqurliklarda kaliy rudalarini xavfsiz va samarali qazib olish parametrlarini optimallashtirish uchun ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.
Kalit so'zlar: kaliy koni, silvinit rudasi, Tyubegatan koni, qazib olish chuqurligi, kamerali qazib olish tizimi, kameralararo selik, geomexanika, kon bosimi, kuchlanishlar konsentratsiyasi, tog' jinslari massivi, selik barqarorligi, ruda nobudgarchiligi.

Received: 01.07.2026

Accepted: 10.09.2026

Issue publication: 28.09.2026

ГЕОМЕХАНИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ СИЛЬВИНИТОВЫХ РУД ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ГЛУБИНЫ РАЗРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Каримов Ёкуб
Латипович**

Доцент, доктор философии по
техническим наукам (PhD),
Каршинский государственный
технический университет,
Карши, Узбекистан

**Жумаев Илхом
Кудратович**

Главный инженер
горнодобывающего комплекса АО
«Дехканабадский калийный
завод», Дехканабад, Узбекистан

**Олимов Фарухшон
Музаффар угли**

Доцент, доктор философии по
техническим наукам (PhD),
Каршинский государственный
технический университет,
Карши, Узбекистан

**Номдоров Рустам
Уролович**

Доцент, доктор философии по
техническим наукам (PhD),
Каршинский государственный
технический университет,
Карши, Узбекистан

Аннотация. В статье исследованы вопросы геомеханической адаптации и теоретического обоснования параметров камерной системы разработки сальвинитовых руд при увеличении глубины ведения горных работ на примере Тюбегатанского месторождения калийных солей. Выполнена оценка физико-механических свойств промышленных пластов и вмещающих пород, естественных и техногенных напряжений, тектонических факторов, глубины и мощности залегания пластов, а также взаимного влияния разработки сближенных пластов. С использованием программного комплекса «PRESS 3D URAL» проанализирована концентрация напряжений при различных схемах развития горных работ. Геомеханически обоснованы параметры межкамерных целиков, обеспечивающие их устойчивость при увеличении глубины разработки от 500 до 1000 м. Проведён сравнительный анализ результатов расчётов по действующей методике института «Галургия» и предлагаемому методу, определены минимально допустимые значения ширины межкамерных целиков. Установлено, что применение предлагаемого подхода позволяет снизить потери руды в межкамерных целиках на 15–20 % при обеспечении их нормативного срока службы 50 лет. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации параметров безопасной и эффективной разработки калийных руд на больших глубинах.

Ключевые слова: калийное месторождение, сальвинитовая руда, Тюбегатанское месторождение, глубина разработки, камерная система разработки, межкамерный целик, геомеханика, горное давление, концентрация напряжений, массив горных пород, устойчивость целиков, потери руды.

**GEOMECHANICAL ADAPTATION AND THEORETICAL JUSTIFICATION
OF SYLVINITE ORE MINING SYSTEM PARAMETERS WITH INCREASING
MINING DEPTH IN POTASH DEPOSITS**

**Karimov Yokub
Latipovich**

Associate Professor, Doctor of
Philosophy (PhD) in Technical
Sciences, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan

**Jumaev Ilhom
Kudratovich**

Chief Engineer of the Mining
Complex, JSC “Dehkanabad
Potash Plant”, Dehkanabad,
Uzbekistan

**Olimov Faruskhon
Muzaffar ugli**

Associate Professor, Doctor of
Philosophy (PhD) in Technical
Sciences, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan

**Nomdorov Rustam
Urolovich**

Associate Professor, Doctor of
Philosophy (PhD) in Technical
Sciences, Karshi State Technical
University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. This article investigates the geomechanical adaptation and theoretical justification of room-and-pillar mining system parameters for sylvinitic ores under conditions of increasing mining depth, using the Tyubegatan potash deposit as a case study. The physical and mechanical properties of the productive seams and surrounding rocks, natural and mining-induced stresses, tectonic factors, seam depth and thickness, and the interaction between closely spaced mined seams are evaluated. The “PRESS 3D URAL” software package was used to analyze stress concentration under different mining development schemes. The parameters of inter-chamber pillars required to maintain stability at mining depths ranging from 500 to 1000 m were geomechanically substantiated. The results obtained using the existing methodology of the Galurgiya Institute were compared with those derived from the proposed calculation method, and the minimum permissible widths of inter-chamber pillars were determined. The proposed approach was found to reduce ore losses in inter-chamber pillars by 15–20% while maintaining a design service life of 50 years. The obtained results provide a scientific and practical basis for optimizing the

parameters of safe and efficient potash ore extraction at greater mining depths.

Keywords: potash deposit, sylvinit ore, Tyubegatan deposit, mining depth, room-and-pillar mining system, inter-chamber pillar, geomechanics, mine pressure, stress concentration, rock mass, pillar stability, ore losses.

Kirish. Rudnik loyihasi “Galurgiya” OAJ tomonidan ishlab chiqilgan. Loyihani ishlab chiqishda “Geoprognoz” MChJ “NPF” tomonidan tayyorlangan “Dehqonobod kaliyli o‘g‘itlar zavodi konchilik majmuasini loyihalash uchun geologik boshlang‘ich ma‘lumotlar” va “Galurgiya” OAJ tomonidan tayyorlangan “Tyubegatan kaliy tuzlari konini qazib olishni loyihalash uchun boshlang‘ich ma‘lumotlar” dan foydalanilgan. Ushbu ishlar Tyubegatan kaliy tuzlari konini qidirish, qo‘shimcha qidirish va boshqa tadqiqotlar hisobotlaridagi amaliy ma‘lumotlar asosida bajarilgan. Ushbu ishlarda sanoat qatlamining yotishidagi kon-geologik sharoitlar yetarli darajada o‘rganilmagani qayd etilgan. Bu silvinit rudalari va ularni o‘rab turgan jinslarning fizik-mexanik xossalariga, suvdan himoyalovchi qatlam tuzilishiga, foydali qazilma tanasining morfologiyasiga, qatlamlararo sho‘r suvlarning mavjudligiga, Quyi II qatlam ishchi qismining bevosita shipi barqarorligiga va kameralararo seliklarning parametrlarini tanlashda katta ahamiyatga egadir [1-3].

2010-yilda qiya stvollar o‘tkazilgan va Quyi II sanoat qatlami ochilgan. O‘tilgan lahimlarda geologik tadqiqotlar bajarilgan hamda ularning fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash uchun sanoat qatlamidan va uni o‘rab turgan jinslardan na‘munalar olingan. Ushbu tadqiqotlar asosida «Galurgiya» OAJ tajriba paneli uchun qazib olish tizimi parametrlarini hisoblab chiqilgan va birinchi navbatda qazib olinadigan butun uchastka uchun 700 m chuqurlikkacha qazib olish tizimi parametrlarining mumkin bo‘lgan variantlari bo‘yicha tavsiyalar berilgan.

Mazkur olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlari jarayonida olingan natijalar Tyubegatan kaliy tuzlari konining 1000 m chuqurlikkacha, xizmat muddati 50 yil bo‘lgan holda qazib olishga nisbatan kameralararo seliklar parametrlarini geomexanik asoslash natijalari keltirilgan.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Jins va ruda namunalari fizik-mexanik xossalarini sinash ma‘lumotlari. Qashqadaryo GQE ma‘lumotlariga

ko‘ra, tuz jinslari namunalarining fizik-mexanik tavsiflarining o‘rtacha qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Tuz jinslarining fizik-mexanik tavsiflari

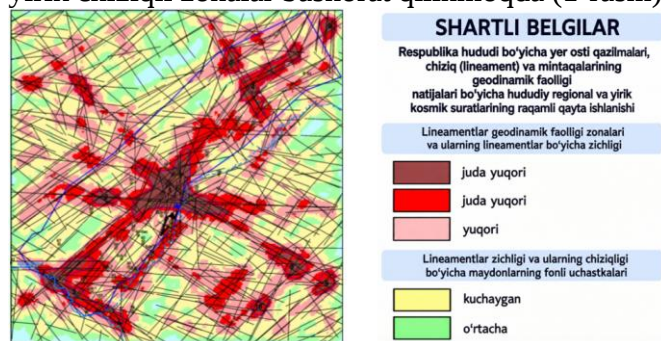
Skvajina raqami	Birligi	Siqishdagi chidamlilik ko‘rsatkichi, $\sigma_{сж}$ МПа
BzK-1	O‘rtacha	21,59
	Min	5,89
	Max	23,91
BzK-2	O‘rtacha	24,80
	Min	21,79
	Max	29,57
BzK-3	O‘rtacha	25,74
	Min	22,00
	Max	29,57
BzK-5	O‘rtacha	24,68
	Min	20,88
	Max	28,49
BzK-7	O‘rtacha	27,35
	Min	16,93
	Max	32,87

Hisoblash uchun yuqorida yotuvchi o‘rab turgan jinslarning hajmiy og‘irligi $\gamma = 2,5 \text{ t/m}^3$ qabul qilinadi.

Jinslarning strukturaviy zaiflashish koeffitsiyentining hisobiy ko‘rsatkichini quyidagicha tanlaymiz. Konning birinchi navbatda qazib olinadigan uchastkasining katta qismida (~ maydonning 75 foizida) qatlamning bevosita shipi yuqori plastiklik va mustahkamlikka ega bo‘lgan yaxlit tosh tuzidan tashkil topgan. Bu xususiyat jinslar shipi ochilganda cho‘zilish jarayonida yuzaga keladigan yoriqlilikning zararli ta‘sirini o‘z-o‘zidan bartaraf etish hamda birlamchi va ikkilamchi yoriqlarni bitirish imkonini beradi. Shuningdek, bevosita ship yuqori mexanik mustahkamlikka ega bo‘lgan qalinligi 0,3 m gacha bo‘lgan ikkilamchi angidrit qatlamhasidan tashkil topgan. Hisoblash uchun jinslarning strukturaviy zaiflashish koeffitsiyenti $K_{ср} = 1$ qabul qilinadi.

Jinslarning siqilishga mustahkamlik chegarasining hisobiy qiymatini quyidagicha tanlaymiz. Tog‘ jinslarining siqilishdagi mustahkamlik chegarasining tavsiya etiladigan qiymatlari 21,59–27,35 MPa diapazonida o‘zgaradi. Hisoblash uchun tuz jinslarining siqilishga mustahkamligi minimal qiymat bo‘yicha (eng noqulay sharoitlar) $\sigma_{сж} = 22 \text{ MPa}$ qabul qilinadi.

Kon bosimining tabiiy kuchlanishlar maydonidagi gorizonttal tashkil etuvchisi ta'sirini hisobga oluvchi hisobiy koeffitsiyentni quyidagicha tanlaymiz. Mintaqaviy aerokosmogeologik tadqiqotlar natijalarining tahlili shuni ko'rsatadiki, kon uchastkasida poydevor va cho'kindi qoplamasining taxmin qilinayotgan tektonik buzilishlari asosida yirik chiziqli zonalar bashorat qilinmoqda (1-rasm).



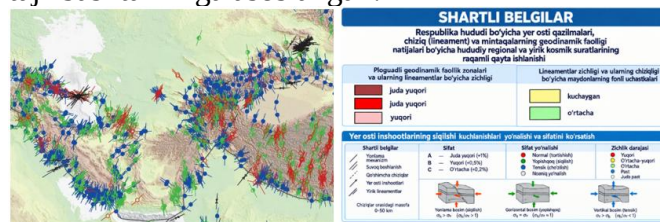
1-rasm. Tyubegatan kaliy tuzlari konining geodinamik faol zonalar xaritasi (Kopylov I.S.).

Kon va unga tutash hududda turli darajadagi 2150 dan ortiq to'g'ri chiziqli tektonik yoriqlar, ustun shimoli-sharqiy va shimoli-g'arbiy yo'nalishlar, shuningdek, yoysimon yoriqlar va halqasimon tuzilmalar ajratilgan. Kaliy rudalarini qazib olish bo'yicha tog'-texnologik ishlar eng yirik — Tuyashsay (Tuyabashsay) geodinamik favqulodda yuqori faol zonasining noqulay sharoitlarida mavjudligi aniqlandi.

Shu bilan birga, kon maydonida massivning tabiiy kuchlanish holatini dala tadqiqotlari o'tkazilmagan. Shuning uchun hozirgi bosqichda uni baholashning yagona imkoniyati Yer po'stining kuchlanish holatini o'rganish bo'yicha xalqaro World Stress Map WSM loyihasi ma'lumotlar bazasidan foydalanishdir. WSM xaritasidan ko'rinadiki, kon hududida seysmologik ma'lumotlarga ko'ra bir qator zilzilalar qayd etilgan. Zilzilaning fokal mexanizmi massivning tabiiy kuchlanish holatini tavsiflaydi. Bu holat tektonik uzilishlarning tashlama-siljishlar va surilma-siljishlar ko'rinishida hosil bo'lish rejimiga mos keladi (2-rasm).

Tyubegatan kaliy tuzlari koni (WSM ma'lumotlari bo'yicha) tashlama-siljishlar va surilma-siljishlarda miqdor jihatidan eng katta kuchlanishlar gorizonttal tektonik kuchlanishlardir. Hisoblash uchun tektonik buzilishlar ta'siridan yuzaga keladigan maksimal gorizonttal

kuchlanishlar $\lambda_T=1,25$ qabul qilinadi. Bu tektonik kuchlanishli zonalarda konlarni o'zlashtirish tajribasi tahliliga asoslangan.



2-rasm. Tabiiy kuchlanish holati xaritasi.

Tuz qatlamlarining hisobiy yotish burchagi va qalinligini quyidagicha tanlaymiz. Qazib olish ishlari natijalariga ko'ra, qatlamlarning yotish burchagi 10 dan 27 gradusgacha o'zgaradi.

Hisoblash uchun kon yotqizig'ining minimal yotish burchagi $\alpha=10^0$ qabul qilinadi (seliklarning ko'ndalang kesimiga tushadigan yuklamalar bo'yicha eng noqulay sharoitlar).

Qazish va kon-tayyorlov ishlari olib boriladigan uchastkada HIIA-HIIB qatlamlararo qatlamining qalinligi 5–9 m ni tashkil etadi, bu HIIA va HIIB silvinit qatlamlarini alohida qazib olish imkonini belgilaydi. Zaxiralarni qazib olish uchun ikki qatlamli qazib olish ko'zda tutilgan – H-IIA qatlami Урал-20P kombayni bilan, H-IIБ qatlami Урал-20P va Урал-10A kombaynlari bilan kamerani yon tomondan qo'shimcha kesib, ikki yurishda qazib olish orqali qazib olinadi. Qazib olinadigan qalinliklar quyidagicha: H-IIA qatlami – 3,1 m, 4,0 m, 5,0 m; H-IIБ qatlami – 2,4 m, 3,1 m.

Qazib olishning hisobiy chuqurligini quyidagicha tanlaymiz. Quyi II silvinit qatlamining yotish chuqurligi 1000 m ni tashkil etadi. Seliklarning parametrlari 1000 m chuqurlikkacha aniqlanadi.

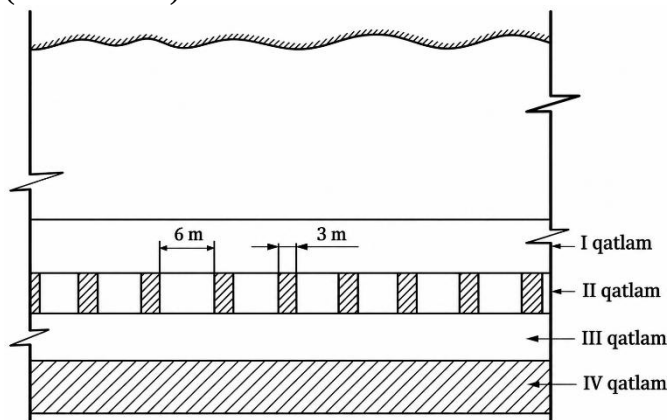
Lahimlarning ko'ndalang kesimi parameterlarini quyidagicha tanlaymiz. Hisoblash uchun quyidagilar qabul qilinadi: lahim kengligi $a = 5,5$ m, lahim balandligi qatlam yotqizig'ining qazib olinadigan qalinligiga teng deb qabul qilinadi.

Konning gidrogeologik sharoitlarini quyidagicha baholaymiz. Tuz qatlamida suvli gorizontlar mavjud bo'lmagani sababli, tuz qatlamining (galit kichik qatlamining) va tuz qatlamining ichidagi suvli gorizontlarning suvga to'yinganligi aniqlanmagan. Quduqlar stvollariga qatlam ichidagi sho'r suvlarning kirib kelishi ham aniqlanmagan. Hisob-kitoblarda suvlanganlik omili

hisobga olinmaydi.

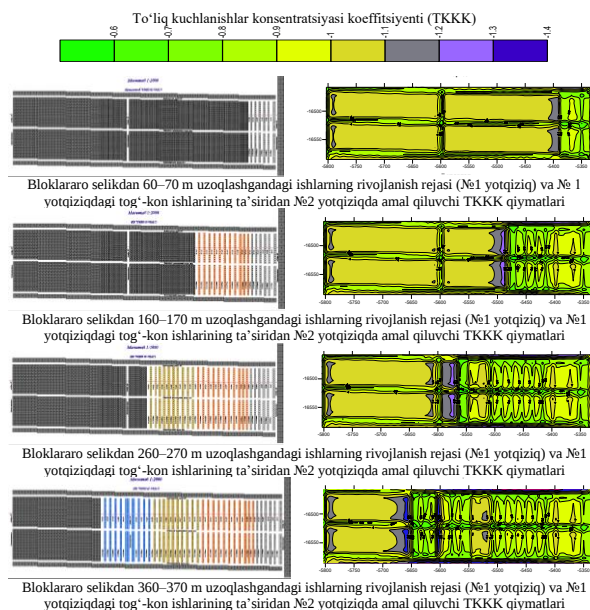
Natijalar. Yaqin joylashgan tuz qatlamlarini qazib olishda texnogen kuchlanishlar maydoni ta'sirini quyidagicha baholaymiz. Yaqin joylashgan qatlamlarning o'zaro ta'sir darajasini baholash uchun bir-biridan 5–6 m masofada joylashgan yaqin qatlamlarni qazib olish sxemasi ko'rib chiqildi (3-rasm).

“PRESS 3D URAL” dasturiy ta'minotidan foydalanib, № 1 ruda tanasida (II pachka) tog'-kon ishlarining rivojlanishining to'rtta hisobiy sxemasi (4-rasm) bo'yicha sonli hisob-kitoblar bajarildi. Natijada №1 ruda tanasidagi (II pachka) tog'-kon ishlarining ta'siridan №2 ruda tanasida (IV pachka) amal qiluvchi kuchlanishlar konsentratsiyasi ko'effitsiyentlarining qiymatlari olindi. №2 yotqizig'ining ustidan qazib o'tish ta'sirini batafsil o'rganish, shuningdek, kesim chiziqlari bo'yicha turli kenglikdagi (3 dan 4 m gacha) tasmasimon seliklarning ta'sir darajasini baholash uchun №1 va №2 yotqiziqalarda amal qiluvchi to'liq vertikal siquvchi kuchlanishlar konsentratsiyasi ko'effitsiyentlarining taqsimlanish epyuralari qurildi (5–9-rasmlar).



3-rasm. Tog'-kon ishlarining hisobiy sxemasi.

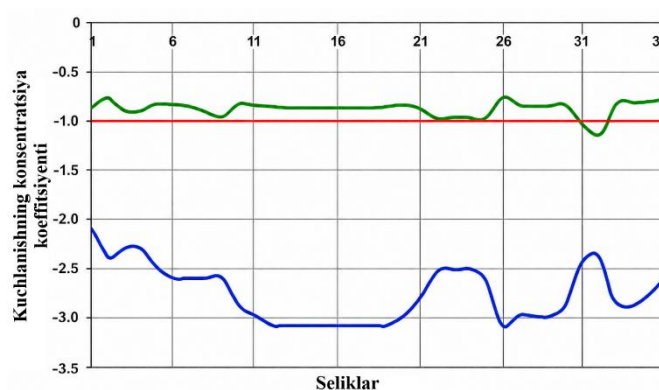
Sonli natijalar asosida №2 kon uyumida kon uyumidagi kon ishlari ta'sirida ta'sir qiluvchi vertikal siquvchi kuchlanishlar konsentratsiyasi ko'effitsiyentining o'rtacha qiymati №2 – $\chi_z^{MII}(x, y, z) = -1,5$ deb qabul qilindi. Bunda kengligi 4,0 m dan ortiq bo'lgan seliklar shakllantiriladi.



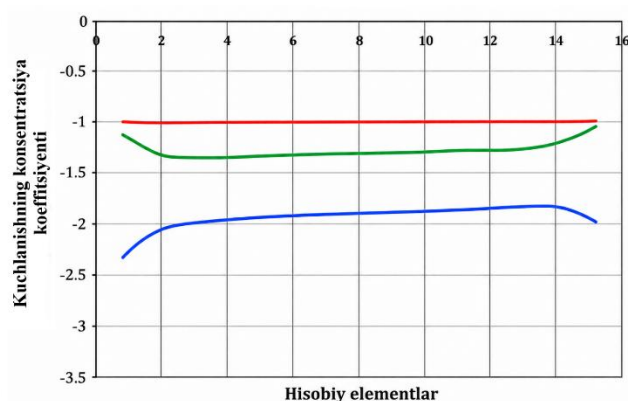
4-rasm. №1 ruda tanasida (II qatlam) tog'-kon ishlarini rivojlantirishning hisobiy sxemalari (qatlam) va №2 ruda tanasidagi (IV qatlam) kuchlanishlarning taqsimlanishi (o'ngda).



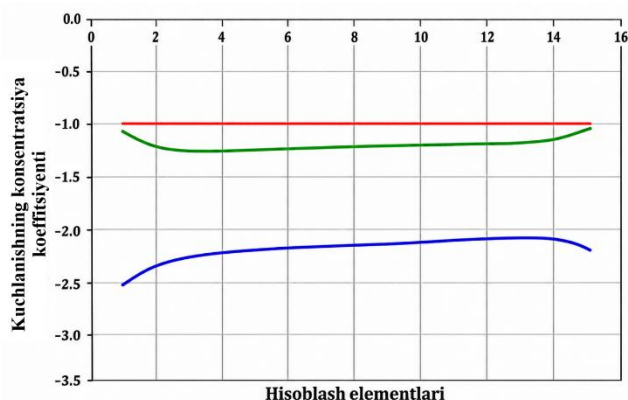
5-rasm. TKKK taqsimlanishi epyuralarini qurish sxemasi.



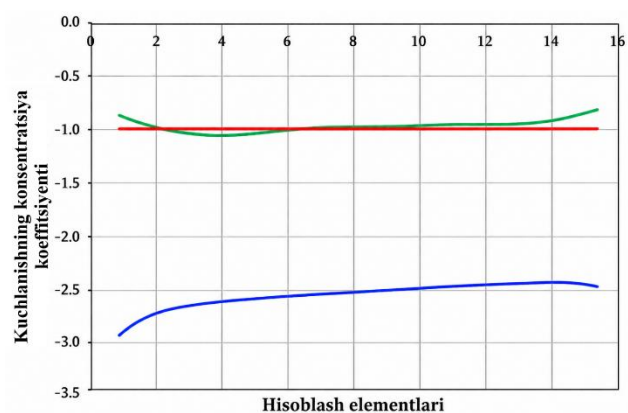
6-rasm. №1, №2 yotqiziqalarda amal qiluvchi TKKK epyuralarining birlashtirilgan grafigi va A-B kesim chizig'i bo'yicha qurilgan tog' jinslari ustuni og'irligidan hosil bo'ladigan kon bosimi.



7-rasm. №1, №2 yotqizqlarda amal qiluvchi TKKK epyuralarining birlashtirilgan grafiklari va $L_q = 4,0 \text{ m}$ bo'lganda C-D kesim chizig'i bo'yicha qurilgan tog' jinslari ustuni og'irligidan hosil bo'ladigan bosim.

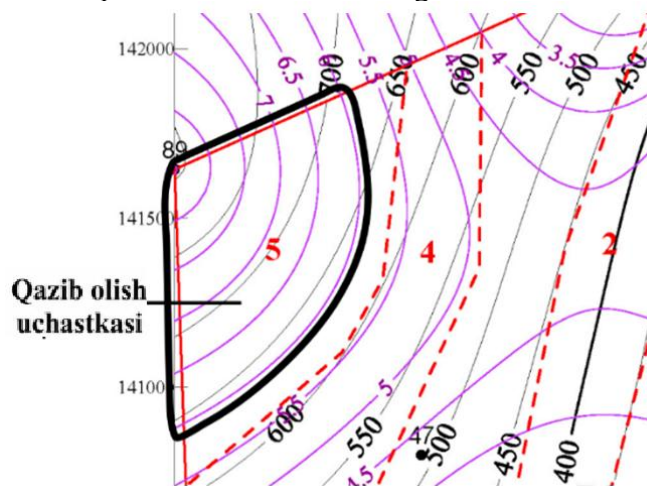


8-rasm. №1 yotqiziqda amal qiluvchi TKKK epyuralarining birlashtirilgan grafiklari. №2 va E-F kesim chizig'i bo'yicha $L_q = 3,5 \text{ m}$ da qurilgan jinslar ustuni og'irligi bosimi.



9-rasm. №1 kon uyumlarida ta'sir qiluvchi KKH epyuralarining birlashtirilgan grafiklari, №2 va G-H kesim chizig'i bo'yicha $L_q = 3,0 \text{ m}$ da qurilgan jinslar ustuni og'irligi bosimi.

Seliklar parametrlarini hisoblash uchun qazib olish uchastkalarining sxemalari va parametrlari. Seliklar parametrlarini hisoblash uchun qazib olish uchastkasining sxemasi.



10-rasm. Seliklar parametrlarini hisoblash uchun qazib olish uchastkasining sxemasi.

Seliklar parametrlarini asoslovchi geomexanik hisob-kitoblar uchun Tyubegatan konining Shimoliy qismidagi zaxiralarni 700 m dan past chuqurlikda yer osti usulida qazib olish sharoitlari uchun quyidagi eng noqulay fizik-mexanik xususiyatlar qabul qilinadi:

- jinslarning hajmiy og'irligi $\gamma = 2,5 \text{ t/m}^3$;
- jinslarning strukturaviy zaiflashish koeffitsiyenti $K_{str} = 1$;
- tuz jinslarining siqilishga mustahkamligi $\sigma_{сж} = 22 \text{ MPa}$;
- jinslarning ilashishi $C = 4,1 \text{ t/m}^2$;
- tektonik tarkibiy qism $\lambda_T = 1,25$;
- kon uyumining yotish burchagi $\alpha = 10^\circ$;
- H-IIA qatlamining qalinligi – 3,1 m, 4,0 m, 5,0 m, H-II6 qatlamining qalinligi – 2,4 m, 3,1 m;
- lahim kengligi $a = 5,5 \text{ m}$ deb qabul qilinadi;
- to'liq kuchlanishlar konsentratsiyasi koeffitsiyenti $\chi_z^{MTI}(x, y, z) = 1,5$ (birinchi qazib olinayotgan qatlamning MKII bosimi ta'sirida tuz qatlamlari qatlamlar majmuasini qazib olishda qo'shni qatlamga ta'siridan);
- uzoq muddatli mustahkamlik koeffitsiyenti $K_{ср} = 0,4$ ($C = 0,4$);
- barqarorlik zaxirasi koeffitsiyenti $K_{zax} = 2,0$.

Galurgiya instituti uslubiyati bo'yicha kameralararo seliklar parametrlarini hisoblashning amaldagi varianti.

Mavjud geologik ma'lumotlar hamda sanoat qatlamlari va ularni o'rab turgan jinslarning mustahkamlik xususiyatlarini aniqlash natijalari shuni ko'rsatadiki, tayyorlov va qazib olish ishlarini olib borish parametrlarini hisoblash uchun Verxnekamsk kaliy tuzlari koni uchun ishlab chiqilgan me'yoriy va uslubiy hujjatlardan foydalanish mumkin [Verxnekamsk kaliy tuzlari koni sharoitida konlarni suv bosishidan himoya qilish va qazib olinayotgan obyektlarni muhofaza qilish bo'yicha ko'rsatmalar (Texnologik reglament), Sankt-Peterburg, 2004; «Verxnekamsk kaliy tuzlari koni sharoitida konlarni suv bosishidan himoya qilish va qazib olinayotgan obyektlarni muhofaza qilish bo'yicha ko'rsatmalar»ga uslubiy tavsiyalar, Sankt-Peterburg, 2004; Tyubegatan kaliy tuzlari konini qazib olish tizimi parametrlarini tuzatish bo'yicha tavsiyalar, «Galurgiya» OAJ, Berezni, 2010; Kaliy konlaridagi qazib olish lahimlarining barqaror oraliqlarini hisoblash bo'yicha tavsiyalar. – L., 1982.].

Qazib olish ishlarini olib borish parametrlarini (kamerali qazib olish tizimini) hisoblashni 2004-yildagi «Ko'rsatmalar...»da keltirilgan metodikaga muvofiq bajarish tavsiya etiladi; unda konni xavfsiz qazib olishning, VZT yaxlitligini saqlashni ta'minlovchi asosiy mezonlari sifatida VZT qatlamlarining egilishi, ya'ni yer yuzasining cho'kishiga teng holat, hamda kameralararo seliklarning yuklanish darajasi qabul qilinadi. Asosiy mezon sifatida VZTning minimal deformatsiyalarini ta'minlaydigan kameralararo seliklarning yo'l qo'yiladigan yuklanish darajasi qabul qilinadi.

Hisob-kitobni kameralararo seliklarning yuklanish darajasining uchta qiymati uchun bajaramiz:

1. Qattiq ($C \leq 0,43$);

2. Seliklarning me'yoriy xizmat muddati uchun (50 yil):

$$\theta = \exp\left(\frac{(1-C)}{\beta}\right)^{\alpha} \quad (1)$$

bu yerda: C – seliklarning yuklanish darajasi; β va α – approksimatsiya parametrlari, silvinit jinsi uchun tavsiya etiladigan qiymatlar $\beta=5,75 \cdot 10^{-2}$; $\alpha=1,0$. $\theta=50$ yil bo'lganda seliklarning yuklanish darajasi $C = 0,43$.

Qazib olish tizimi parametrlarini belgilovchi asosiy geologik omillar (yotish chuqurligi H va

sanoat qatlamining qalinligi m).

Kameralararo seliklarning kengligi ularning yo'l qo'yiladigan yuklanish darajasidan kelib chiqib aniqlanadi:

$$C \leq [C] \quad (2)$$

bu yerda: C – kameralararo seliklarning hisobiy yuklanish darajasi; $[C]$ – kameralararo seliklarning yo'l qo'yiladigan yuklanish darajasi, $[C] = 0,43$ ga teng deb qabul qilinadi.

Kameralararo seliklarning hisobiy yuklanish darajasi ta'sir etuvchi yukning uning yuk ko'tarish qobiliyatiga nisbatini ifodalaydi va quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$C = \xi \frac{(\gamma \cdot \ell \cdot H_0)}{(B \cdot \sigma_n)} \quad (3)$$

bu yerda: ξ – seliklarga tushadigan yukning o'zgarishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; γ – jinslarning hajmiy og'irligi, t/m^3 ; ℓ – o'qlararo masofa, m ; H_0 – ko'rib chiqilayotgan qazib olish uchastkasida yer yuzasidan seliklar shipigacha bo'lgan masofaning maksimal qiymati, m ; B – kameralararo seliklarning hisobiy kengligi, m ; σ_n – jinslarning hisobiy mustahkamligi, t/m^2 .

Kon-texnik omillar ta'siri natijasida seliklarga tushadigan yukning o'zgarishini hisobga oluvchi koeffitsiyent quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\xi = \xi_0 \cdot \xi_{x_2}, \quad \xi_0 = \xi_1 \cdot \xi_2 \quad (4)$$

bu yerda: ξ_1 – tektonik tarkibiy qism va tuz qatlamining yotish burchagi ($\cos^2 \alpha + \lambda_T \cdot \sin^2 \alpha$) ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $\xi_1 \geq 1$; ξ_2 – tayanch bosimi ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $\xi_2 \geq 1$; ξ_x – lahimlararo seliklar ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $\xi_x \leq 1$.

Tuz uyumidan qo'shimcha yuklanish bilan bog'liq texnogen yuklama ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent hisob-kitobimizda $\xi_1 = 1$ ga teng deb qabul qilinadi.

Qazib olingan bo'shliqning doimiy va uzoq vaqt to'xtatilgan chegaralari bo'yab tayanch bosimi ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, odatda, jinslar massivining kuchlanganlik holatini aniqlash bo'yicha natural eksperimental tadqiqotlar va tayanch bosimi zonalarining o'lchamlarini belgilash uchun bajariladigan sonli modellash natijalari asosida aniqlanadi.

Qazib olinayotgan qatlamlar sathida ξ_2 koeffitsiyentining qiymati yer yuzasining $\eta_m(t)$ maksimal cho'kish kattaligiga bog'liq holda quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\xi_2 = 1 + \beta_n \eta_m(t) \quad (5)$$

bu yerda: β_n – empirik koeffitsiyent, eksperimental ma'lumotlar mavjud bo'lmaganda $\beta_n = 0,35$ qiymat qabul qilinadi; $\eta_m(t)$ – yer yuzasining nisbiy maksimal cho'kishi $\eta_m(t) = 0,8$.

Tyubegatan kaliy tuzlari konini qazib olish sharoitlari uchun $\xi_2 = 1,28$.

Lahimlararo seliklar ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\xi_x = 1 - \chi_c \quad (6)$$

$$\gamma_c = \frac{(n_x)}{(1+n_x)} \left(\frac{B_x}{B} \right)^{\alpha_x} \quad (7)$$

bu yerda: n_x – qazib olish kamerasidagi lahimlararo seliklar soni; B_x – lahimlararo selikning hisobiy kengligi, m; B – kameralararo selikning hisobiy kengligi, m; α_x – approksimatsiya parametri, $\alpha_x = 0,5 \div 1,0$.

Muayyan kon-geologik va kon-texnik sharoitlar uchun α_x parametrining qiymati, odatda, mavjud kuzatuv ma'lumotlarini hisobga olgan holda turli qattqlikdagi seliklarda kuchlanishlar (o'qiy yuklama) taqsimlanishini sonli modellashirish natijalari bo'yicha belgilanadi. Zarur boshlang'ich ma'lumotlar mavjud bo'lmaganda, $\alpha_x = 1$ qiymatidan foydalanishga ruxsat etiladi.

O'qlararo masofa quyidagi ifodadan aniqlanadi:

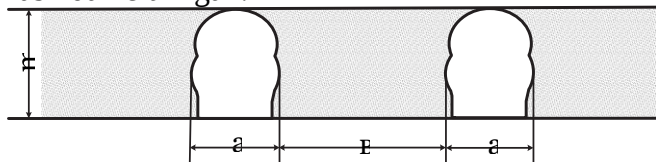
$$l = a_o(1 + n_x) + B_o + n_x B_{xo} \quad (8)$$

bu yerda: a_o , B_o , B_{xo} – kamera tubi sathidagi kamera yo'li, kameralararo selik va yo'llararo selik kengligi.

Yo'llararo seliklar qoldirilmaydigan qatlamlarni qazib olishda kameralar o'qlararo masofasi quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

$$\ell = a_o + B_o \quad (9)$$

Sanoat qatlamini qazib olish sxemasi 11-rasmda keltirilgan.



11-rasm. Sanoat qatlamini qazib olish sxemasi.

Tog' jinslarining hisobiy mustahkamligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\sigma_n = k_f \times \sigma_m \quad (10)$$

bu yerda: k_f – seliklarning hisobiy kengligi (b)ning ularning hisobiy balandligiga (m)

nisbatining ta'sirini tavsiflovchi koeffitsiyent; σ_m – massivdagi tog' jinslarining agregat mustahkamligi.

k_f koeffitsiyenti $\lambda_m = B/m$ parametr qiymatiga bog'liq holda quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

- $0 < \lambda_m \leq 0,5$ bo'lganda:

$$k_f = \sqrt{2 \times \lambda_m} \quad (11)$$

- $\lambda_m \geq 0,5$ bo'lganda:

$$k_f = \beta_o \times (1 + \beta_m \times \lambda_m) \quad (12)$$

bu yerda: β_o , β_m – approksimatsiya parametrlari, $\beta_o = 1/1,53 \approx 0,654$; $\beta_m = 1,06$.

Massivdagi tog' jinslarining agregat mustahkamligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\sigma_m = k_o \times \sigma_o \quad k_o = k_m \times k_c \times k_l \quad (13)$$

bu yerda: k_m – masshtab omilining ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $k_m \geq 1$; k_c – gilli qatlamchalarning ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $k_c \leq 1$; k_l – seliklarni kesib o'tishning ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $k_l \geq 1$; σ_o – seliklarni tashkil etuvchi tog' jinslarining ekvivalent (keltirilgan) mustahkamligi.

Masshtab omilining ta'sirini hisobga oluvchi k_m koeffitsiyenti – 1,12.

Gilli qatlamchalarning ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent bizning hisob-kitobimizda 1,0 ga teng deb qabul qilinadi.

Lentali seliklarni kesib o'tishning ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent $\lambda_c = \ell c/B$ nisbatga bog'liq holda quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$k_l = \begin{cases} 1 + \beta_l \sqrt{\lambda_c - 1} \\ 1,25 \end{cases} \text{ bunda } \begin{cases} 1 \leq \lambda_c < 5 \\ \lambda_c \geq 5 \end{cases} \quad (14)$$

bu yerda: λ_c – seliklar uzunligi yoki ushbu seliklarda o'tilgan kameralar bilan tutashtiruvchi lahimlar orasidagi masofa; β_l – approksimatsiya parametri, $\beta_l = 1,25$.

Galurgiya instituti uslubi bo'yicha hisoblangan kameralararo seliklarning ruxsat etilgan parametrlari. Kameralararo seliklarning hisobiy parametrlari 2-jadvalda keltirilgan [2, 3, 5, 7-10].

2-jadval

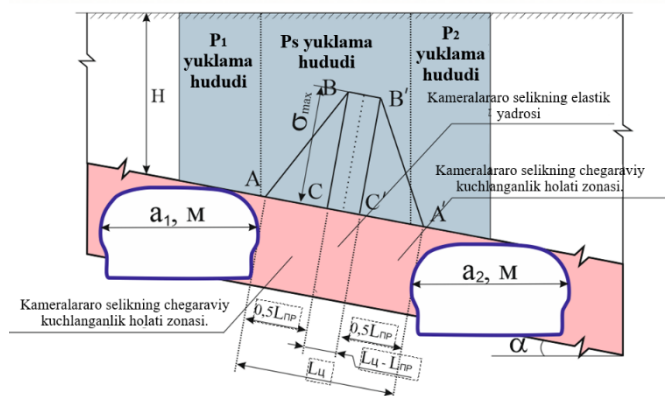
Ikki qatlamli qazib olish – Урал-20P kombayni bilan H-IIA qatlami, Урал-10A kombayni bilan H-IIb qatlami.

Zona raqami	Qazib olish tizimi varianti	Qatlam yotish chuqurligi, m	Qatlam qalinligi, m	Kamera kengligi, m	Kameralararo selik kengligi, m	Kameralarning o'qlararo masofasi, m	Nobudgarchilik, %
3	H-IIA qatlam	500	3,1	5,5	8,5	14,0	60,7
	H-IIb (Урал-20P)	500	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	500	2,4	5,5			
3	H-IIA qatlami	500	4,0	5,5	10,0	15,5	64,5
	H-IIb (Урал-20P)	500	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	500	2,4	5,5			
3	H-IIA qatlami	500	5,0	5,5	11,5	17,0	67,6
	H-IIb (Урал-20P)	500	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	500	2,4	5,5			
4	H-IIA qatlam	600	3,1	5,5	10,0	15,5	64,5
	H-IIb (Урал-20P)	600	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	600	2,4	5,5			
4	H-IIA qatlam	600	4,0	5,5	11,5	17,0	67,6
	H-IIb (Урал-20P)	600	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	600	2,4	5,5			
4	H-IIA qatlam	600	5,0	5,5	13,5	19,0	71,1
	H-IIb (Урал-20P)	600	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	600	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlami	700	3,1	5,5	11,0	16,5	66,7
	H-IIb (Урал-20P)	700	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	700	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlami	700	4,0	5,5	13,5	19,0	71,1
	H-IIb (Урал-20P)	700	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	700	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	700	5,0	5,5	16,0	21,5	74,4
	H-IIb (Урал-20P)	700	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	700	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	800	3,1	5,5	12,5	18,0	69,4
	H-IIb (Урал-20P)	800	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	800	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	800	4,0	5,5	15,5	21,0	73,8
	H-IIb (Урал-20P)	800	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	800	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlami	800	5,0	5,5	18,0	23,5	76,6
	H-IIb (Урал-20P)	800	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	800	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlami	9 00	3,1	5,5	14,0	19,5	71,7
	H-IIb (Урал-20P)	9 00	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	9 00	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	9 00	4,0	5,5	17,0	22,5	75,6
	H-IIb (Урал-20P)	9 00	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	9 00	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	9 00	5,0	5,5	20,0	25,5	78,4
	H-IIb (Урал-20P)	9 00	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	9 00	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	10 00	3,1	5,5	15,5	21,0	73,8
	H-IIb (Урал-20P)	10 00	3,1	5,5			
	H-IIb (Урал-10A)*	10 00	2,4	5,5			

5	H-IIA qatlam	10 00	4,0	5,5	19,0	24,5	77,6
	H-II6 (Урал-20P)	10 00	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	10 00	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	10 00	5,0	5,5	22,5	28,0	80,4
	H-II6 (Урал-20P)	10 00	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	10 00	2,4	5,5			

Yon kesmali kamerani ikki yurishda qazib olish.

Taklif etilayotgan variant bo'yicha kameralararo seliklar parametrlarini hisoblash. Ishlangan bo'shliqda qoldirilgan kameralararo selikning yuklanish sxemasidan kelib chiqib (12-rasm), uning uzunlik birligiga tushadigan to'liq yuk ishlangan bo'shliqlar hosil bo'lishi natijasida selik ustida osilib qolgan qulamagan jinslar og'irligi va bevosita selik ustida joylashgan jins ustunining og'irligidan tashkil topadi. $P_s P_s' P_s''$



12-rasm. To'siq seliklar parametrlarini hisoblash sxemasi.

To'liq yukni aniqlash ifodasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi: P_s

$$P_s = P_s' + P_s'' \quad (15)$$

“a” ishlangan bo'shliqlar hosil bo'lishi natijasida jinslar og'irligi kameralararo selikka qayta taqsimlanadi va quyidagicha aniqlanadi: P_s'

$$P_s' = P_1 + P_2 \quad (16)$$

bu yerda: P_1 -yuqoridagi ishlangan bo'shliq – a_1 tomonidan kameralararo selikka tushadigan jinslar og'irligi, t; P_2 - pastdagi ishlangan bo'shliq – a_2 tomonidan kameralararo selikka tushadigan jinslar og'irligi, t.

(16) bog'liqlikka kiruvchi va kattaliklarni quyidagi ifodalardan aniqlash mumkin: $P_1 P_2$

$$P_1 = k_a \times \gamma \times H' \times \frac{a_1}{2}, \quad (17)$$

$$P_2 = k_a \times \gamma \times H' \times \frac{a_2}{2}, \quad (18)$$

bu yerda k_a - ishlangan bo'shliqning og'ish va cho'zilish yo'nalishlaridagi chiziqli o'lchamlari nisbatini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $k_a \in [0,7; 1,0]$, H' - ruda uyumining yotish burchagi va tektonik tashkil etuvchini hisobga olgan holda kon ishlarini olib borish chuqurligi; α λ_T , a_1 - yuqoridagi ishlangan bo'shliqning o'lchami, m; a_2 - pastdagi ishlangan bo'shliqning o'lchami, m [10].

Koeffitsiyentni quyidagi bog'liqlikdan aniqlash mumkin: k_a

$$k_a = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{a}{b}}}, \quad (19)$$

bu yerda a - ruda uyumining og'ish yo'nalishidagi ishlangan bo'shliq o'lchami, m; b - panel kengligi, m.

(17) va (18) ifodalarga kiruvchi parametr, H'
 $H' = (\cos^2 \alpha + \lambda_T \times \sin^2 \alpha) \times H,$ (20)

bu yerda α - ruda uyumining yotish burchagi, grad.; $\lambda_T = \frac{\sigma_r}{\sigma_B}$ Buzilmagan massivning gorizonta kuchlanishlarining vertikal kuchlanishlarga nisbati $\sigma_r \sigma_B$.

(19) va (20) ni hisobga olgan holda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$P_1 = \frac{a_1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{a_1}{b}}} (\cos^2 \alpha + \lambda_T \times \sin^2 \alpha) \times \gamma \times H, \quad (21)$$

$$P_2 = \frac{a_2}{2} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{a_2}{b}}} (\cos^2 \alpha + \lambda_T \times \sin^2 \alpha) \times \gamma \times H \quad (22)$$

(21) va (22) ni hisobga olgan holda, tog' jinslari og'irligi qiymatini aniqlash uchun (16) ifoda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi: P_s'

$$P_s' = \frac{\sqrt{b}}{2} (\cos^2 \alpha + \lambda_T \times \sin^2 \alpha) \times \gamma \times H \times \left(\frac{a_1}{\sqrt{b+a_1}} + \frac{a_2}{\sqrt{b+a_2}} \right) \quad (23)$$

Bevosita kameralararo selik ustida joylashgan tog' jinslari ustunining og'irligi, P_s'' .

$$P_s'' = P_{L1} = \gamma \times H \times L_{L1} \quad (24)$$

(23) va (24) ni hisobga olgan holda, tog' jinslarining umumiy og'irligi qiymati P_s ni aniqlash uchun (15) ifoda quyidagi yakuniy ko'rinishga ega bo'ladi:

$$P_s = \frac{\sqrt{b}}{2} (\cos^2 \alpha + \lambda_T \times \sin^2 \alpha) \times \gamma \times H \times \left(\frac{a_1}{\sqrt{b+a_1}} + \frac{a_2}{\sqrt{b+a_2}} \right) + \gamma \times H \times L_{II} \quad (25)$$

Shu bilan birga, 12-rasmda keltirilgan sxemadan ko'rinib turganidek, kameralararo selik uzunligining bir birligiga to'g'ri keladigan yuklama P_s ABB'A' shaklda joylashgan tog' jinslarining og'irligi bilan aniqlanadi. Unda ham P_s quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$P_s = S_{\Delta, ABC} + S_{\Delta, A'B'C'} + S_{\Delta, CBB'C'}. \quad (26)$$

12-rasmda keltirilgan sxemani ko'rib chiqishdan quyidagilar kelib chiqadi:

$$S_{\Delta, ABC} = S_{\Delta, A'B'C'} = 0,5 \times (0,5 \times L_{II}) \times \sigma_{max}, \quad (27)$$

$$S_{\Delta, CBB'C'} = (L_{II} - L_{III}) \times \sigma_{max} \quad (28)$$

(26) ifodani (27) va (28) ni hisobga olgan holda o'zgartirib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$P_s = (L_{II} - 0,5 \times L_{III}) \times \sigma_{max} \quad (29)$$

Bunda L_{III} - chegaraviy kuchlangan selikning kengligi, m; σ_{max} - kameralararo selikda ta'sir qiluvchi maksimal kuchlanish, MPa.

Maksimal kuchlanish σ_{max} qiymati Prandtl yechimidan aniqlanadi:

$$\sigma_{max} = \tau' \times \frac{L_{III}}{m} \quad (30)$$

Bunda τ' - selik va uni o'rab turgan tog' jinslari orasidagi kontaktning oralig'idagi urinma kuchlanishlarning o'rtacha qiymati, MPa. $[0, \sigma_{max}]$

Urinma kuchlanishlar τ' qiymatini quyidagi bog'liqlikdan aniqlash mumkin:

$$\tau' = 0,5 \times (\tau + 0,5 \times \sigma_{сж}) \quad (31)$$

bunda τ - vertikal kuchlanishga teng bo'lganda, Kulon-Mor kontakt mustahkamligi pasportidan olinadigan urinma kuchlanishlar qiymati, MPa. σ_{max} , $\sigma_{сж}$ - uzoq muddatli mustahkamlik koeffitsiyenti 0,4 ni hisobga olgan holda ruda siqilishidagi mustahkamlik chegarasi, MPa [8].

Qiya to'g'ri chiziq kesmasi ko'rinishida qabul qilinadigan Kulon-Mor kontakt mustahkamligi pasportining tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\tau = C + \operatorname{tg}(\rho) \times \sigma_{max} \quad (32)$$

bunda C - tog' jinslarining ilashishi, MPa; ρ - ruda materiali ichki ishqalanish burchagi, grad.

(32) ifodaning o'ng qismini (31) ifodaga, so'ngra (30) ga qo'yib, kameralararo selikdagi maksimal kuchlanish qiymati σ_{max} ni aniqlash

uchun quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$\sigma_{max} = \frac{0,5 \times C + 0,25 \times \sigma_{сж}}{\frac{m}{L_{III}} - 0,5 \times \operatorname{tg}(\rho)} \quad (33)$$

(33) ni hisobga olgan holda, kameralararo selik qabul qiladigan yuklama P_s quyidagi bog'liqlikdan aniqlanadi:

$$P_s = (L_{II} - 0,5 \times L_{III}) \times \frac{0,5 \times C + 0,25 \times \sigma_{сж}}{\frac{m}{L_{III}} - 0,5 \times \operatorname{tg}(\rho)} \quad (34)$$

(34) ifoda ikkita noma'lum parametr L_{II} L_{III} ni o'z ichiga oladi, shuning uchun uni amalga oshirish uchun quyidagi qo'shimcha munosabatni kiritish zarur:

$$k_3 = \frac{S_{\Delta, ABC} + S_{\Delta, A'B'C'} + S_{\Delta, CBB'C'}}{S_{\Delta, ABC} + S_{\Delta, A'B'C'}} = 1 + \frac{S_{\Delta, CBB'C'}}{S_{\Delta, ABC} + S_{\Delta, A'B'C'}} \quad (35)$$

Bunda k_3 - kameralararo selik barqarorligi zaxirasi koeffitsiyenti.

(35) ifodani o'zgartirib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$k_3 = 2 \times \frac{L_{II}}{L_{III}} - 1 \quad (36)$$

(36) ifodani L_{III} parametrga nisbatan yechib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$L_{III} = \frac{2 \times L_{II}}{k_3 + 1} \quad (37)$$

(37) ifodasini hisobga olgan holda, kameralararo selik qabul qiladigan yuk P_s quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$P_s = (L_{II} - \frac{L_{II}}{k_3 + 1}) \times \frac{C \times L_{II} + 0,5 \times \sigma_{сж} \times L_{II}}{m \times (k_3 + 1) - L_{II} \times \operatorname{tg}(\rho)} \quad (38)$$

(25) va (38) ifodalarining o'ng qismlarini tenglashtirib, quyidagi kvadrat tenglamani olamiz:

$$A \times L_{II}^2 + B \times L_{II} - C = 0 \quad (39)$$

bu yerda A, B va C - quyidagi ifodalardan aniqlanadigan parametrlar.

$$A = F_2 \times F_3 + \gamma \times H \times F_4 \quad (40)$$

$$B = F_1 \times F_4 - \gamma \times H \times F_5; \quad (41)$$

$$C = -F_1 \times F_5; \quad (42)$$

$$F_1 = \frac{\sqrt{b}}{2} \left(\frac{a_1}{\sqrt{b+a_1}} + \frac{a_2}{\sqrt{b+a_2}} \right) (\cos^2 \alpha + \lambda_T \times \sin^2 \alpha) \times \gamma \times H; \quad (43)$$

$$F_2 = 1 - \frac{1}{k_3 + 1}; \quad (44)$$

$$F_3 = C + 0,5 \times \sigma_{сж}; \quad (45)$$

$$F_4 = -\operatorname{tg}(\rho); \quad (46)$$

$$F_5 = m \times (k_3 + 1). \quad (47)$$

(39) dan kameralararo selikning minimal ruxsat etilgan kengligini aniqlash uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$L_{\text{II}} = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4 \times A \times C}}{2 \times A} \quad (48)$$

Shu bilan birga, qurilayotgan konlardagi ko'p yillik model va natural tadqiqotlar natijalari, shuningdek, ushbu konlarda o'tilgan kon lahimlari va kameralaridan foydalanish tajribasi shuni ko'rsatadiki, tog' jinslarida lahimlar atrofida kuchlanishlarning qayta taqsimlanishi va konsentratsiyasi, shuningdek, lahim o'tishda qazish kombaynlarining ta'siri natijasida buzilgan (zaiflashgan) zona hosil bo'ladi. Buzilgan zonaning rivojlanishi, odatda, lahimlar ochilgandan keyingi dastlabki haftalar davomida sodir bo'ladi.

Buzilgan zonaning kattaligi muhandislik-geologik sharoitlarga, lahimlarning o'lchamlari va konfiguratsiyasiga hamda ularning yer yuzasiga nisbatan yotish chuqurligiga bog'liq. Dastlabki hisob-kitoblar uchun kameralararo selikdagi buzilgan zonaning kattaligi kon ishlarining chuqurligiga qarab quyidagi formula bo'yicha aniqlanishi mumkin:

$$h_H = 0,25 \times K_H \times \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (49)$$

bu yerda K_H - lahimning yotish chuqurligiga bog'liq tuzatish koeffitsiyenti. 3-jadvalga muvofiq qabul qilinadi [9-10].

3-jadval

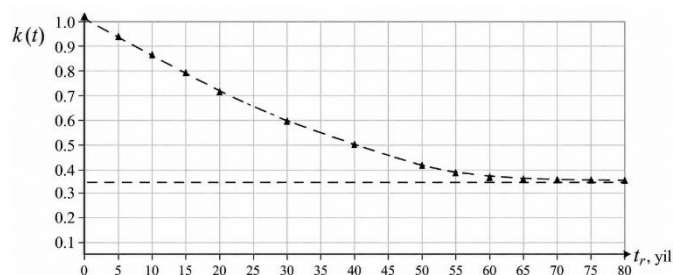
Tuzatish koeffitsiyenti K_H va h_H ning qazish chuqurligiga bog'liqligi

Qazish chuqurligi H, m	K_H	h_H , m
500	1,5	2,0
600	1,6	2,2
700	1,7	2,4
800	1,8	2,6
900	1,9	2,8
1000	2,0	3,0

Kameralararo selikning minimal ruxsat etilgan kengligini aniqlash uchun yakuniy ifoda:

$$L_{\text{II,МКЦ}} = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4 \times A \times C}}{2 \times A} + h_H \quad (50)$$

Muhokama. Taklif etilayotgan variant bo'yicha hisoblangan kameralararo seliklarning ruxsat etilgan parametrlari. Kameralararo seliklarning yuklanish darajasi vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishini baholash uchun uzoq muddatli mustahkamlik egri chizig'ini qurish zarur. Verxnekamsk kaliy tuzlari konida kameralararo selikning yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha o'tkazilgan modellastirish va kuzatuv ma'lumotlari natijalari shuni ko'rsatadiki, 50 yilga teng me'yoriy xizmat muddati hisob-kitoblarda kameralararo seliklarning uzoq muddatli mustahkamlik koeffitsiyenti 0,4 ga teng qilib qo'llanganda (13-rasm), ya'ni yuklanish darajasi $C = 0,4$ bo'lgan kameralararo selik uchun ta'minlanadi.



13-rasm – Kameralararo seliklarning uzoq muddatli mustahkamlik koeffitsiyenti grafifi.

Xizmat muddati 50 yil bo'lgan kameralararo seliklarning hisobiy parametrlari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Ikki qatlamli qazib olish — H-IIA qatlami Урал-20P kombayni bilan, H-II6 qatlami Урал-10A kombayni bilan qazib olishda kameralararo seliklar va nobudgarchilik miqdorlari

Maydon raqami	Qazib olish tizimi varianti	Qatlamning yotish chuqurligi, m	Qatlam qalinligi, m	Kamera kengligi, m	Kameralararo selik kengligi, m	Kameralar o'qlari orasidagi masofa, m	Nobudgarchilik %
3	H-IIA qatlami	500	3,1	5,5	6,0	11,5	52,2
	H-II6 (Урал-20P)	500	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	500	2,4	5,5			
3	H-IIA qatlami	500	4,0	5,5	7,0	12,5	56,0
	H-II6 (Урал-20P)	500	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	500	2,4	5,5			
3	H-IIA qatlami	500	5,0	5,5	8,0	13,5	59,3
	H-II6 (Урал-20P)	500	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	500	2,4	5,5			

4	H-IIA qatlami	600	3,1	5,5	6,0	11,5	52,2
	H-II6 (Урал-20P)	600	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	600	2,4	5,5			
4	H-IIA qatlami	600	4,0	5,5	7,0	12,5	56,0
	H-II6 (Урал-20P)	600	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	600	2,4	5,5			
4	H-IIA qatlam	600	5,0	5,5	8,5	14,0	60,7
	H-II6 (Урал-20P)	600	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	600	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	700	3,1	5,5	6,5	12,0	54,2
	H-II6 (Урал-20P)	700	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	700	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlami	700	4,0	5,5	7,5	13,0	57,7
	H-II6 (Урал-20P)	700	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	700	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlami	700	5,0	5,5	8,5	14,0	60,7
	H-II6 (Урал-20P)	700	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	700	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlami	800	3,1	5,5	6,5	12,0	54,2
	H-II6 (Урал-20P)	800	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	800	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	800	4,0	5,5	7,5	13,0	57,7
	H-II6 (Урал-20P)	800	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	800	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	800	5,0	5,5	9,0	14,5	62,1
	H-II6 (Урал-20P)	800	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	800	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	900	3,1	5,5	7,0	12,5	56,0
	H-II6 (Урал-20P)	900	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	900	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	900	4,0	5,5	8,0	13,5	59,3
	H-II6 (Урал-20P)	900	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	900	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	900	5,0	5,5	9,0	14,5	62,1
	H-II6 (Урал-20P)	900	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	900	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	1000	3,1	5,5	7,0	12,5	56,0
	H-II6 (Урал-20P)	1000	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	1000	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	1000	4,0	5,5	8,0	13,5	59,3
	H-II6 (Урал-20P)	1000	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	1000	2,4	5,5			
5	H-IIA qatlam	1000	5,0	5,5	9,5	15,0	63,3
	H-II6 (Урал-20P)	1000	3,1	5,5			
	H-II6 (Урал-10A)*	1000	2,4	5,5			

* Yon kesmali kamerani ikki yurishda qazib olish

Xulosa.

1. Sanoat qatlamlari va ularni o'rab turgan jinslarning fizik-mexanik xususiyatlari, mintaqaning geodinamik faolligi, qatlamlar majmuasini

qazib olishning o'zaro ta'siri va geomekanik hisob-kitoblarda asosida Tyubegatan kaliy tuzlari konining ruda zaxiralarini qazib olishda kon ishlarining xavfsizligini hamda kaliy konlarini suv bosishdan

himoya qilishni ta'minlaydigan kameralararo seliklar parametrlarini tanlash bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqildi.

2. Galurgiya va taklif etilayotgan usullari bo'yicha mustaqil ravishda bajarilgan kameralararo seliklar parametrlarining hisob-kitoblari natijalari taklif etilayotgan usulda kameralararo seliklarning yuk ko'tarish qobiliyatining qo'shimcha zaxirasini hisobga oluvchi innovatsion usuli qo'llanilgan.

3. Taklif etilayotgan usulga o'tish kameralararo seliklarda ruda yo'qotilishini 15–20 % ga kamaytiradi, shu bilan birga ularning 50 yil xizmat qilish muddatini ta'minlash imkonini beradi.

Bu katta chuqurliklarda plastik kaliy tuzlarini qazib olishning kamerali tizimini qo'llash sohasini sezilarli darajada kengaytiradi va natijada "Dehqonobod kaliy zavodi" AJ tog'-kon majmuasi konlarining resurslar bilan ta'minlanganligini oshiradi.

4. Mazkur olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlari jarayonida olingan natijalar Tyubegatan kaliy tuzlari konining 1000 m chuqurlikkacha, xizmat muddati 50 yil bo'lgan holda qazib olishga nisbatan kameralararo seliklar parametrlarini geomekanik asoslash natijalari keltirilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Misliboev, I. T., & Umarov, F. Y. (2020). Yer osti kon ishlari texnologiyasi. Yoshlar nashriyot uyi.
- [2] Sagatov, N. X. (2013). Qatlamli konlarni yer osti usulida qazib olish. Faylasuflar nashriyoti.
- [3] Агошков, М. И., и др. (1965). Новая технология и системы подземной разработки рудных месторождений. Наука.
- [4] Агошков, М. И., Борисов, С. С., & Боярский, В. А. (1983). Разработка рудных и нерудных месторождений. Недра.
- [5] Именитов, В. Р. (1973). Технология, механизация и организация производственных процессов при подземной разработке рудных месторождений. Недра.
- [6] Karimov, Y. L., Latipov, Z. Y., Xo'jaqulov, A. M., & Boyburodov, N. A. (2023). Kaliy rudalarini qazib olish va qayta ishlash. Qarshi.
- [7] Raximov, V. R., & Ubaydullayev, N. U. (2009). Shaxta va rudniklarni loyihalash asoslari. Toshkent.
- [8] Калийные соли Беларуси: состояние, освоение месторождений, перспективы развития, проблемы. (1999). Материалы международной научно-практической конференции. БелНИГИ.
- [9] ООО «ЗУМК-Инжиниринг». (2008). Горнодобывающий комплекс Дехканабадского завода калийных удобрений на базе Тюбегатанского месторождения калийных солей: Том 3. Горно-механическая часть. Книга 4. Проект горного отвода. Пояснительная записка и чертежи (12.171-ПЗ-ГО). Пермь.
- [10] ОАО «Галургия». (2008). Проект: Горно-добывающий комплекс Дехканабадского завода калийных удобрений. Том 3. Технология горных работ. Пермь.

Maqolaga iqtibos keltirish | Как цитировать статью | How to cite this article

Karimov, Y. L., Jumayev, I. K., Olimov, F. M., & Nomdorov, R. U. (2026). Kaliyli konlarda qazib olish chuqurligi ortishi bilan silvinit rudasini qazib olish tizimidagi parametrlarni geomekanik moslashtirish va nazariy asoslash. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 4(3). <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.28>
