

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
PhD.03/31.03.2023.T.03.06 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI  
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**XAKBERDIYEV MUZAFFAR RUSTAMKUL O'G'LI**

**ZARMITAN OLTIN MA'DANLI HUUDDLARIDAGI RUDNIKLARDA  
SODIR BO'LADIGAN GEOMEXANIK JARAYONLARNI  
PROGNOZLASH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH**

**04.00.17 – Konchilikda fizik jarayonlar**

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Toshkent – 2024**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)  
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

**Xakberdiyev Muzaffar Rustamkul o'g'li**  
Zarmitan oltin ma'danli hududlaridagi rudniklarda sodir bo'ladigan  
geomexanik jarayonlarni prognozlash usullarini takomillashtirish..... 3

**Xakberdiyev Muzaffar Rustamkul ugli**  
Совершенствование методики прогнозирования геомеханических  
процессов, происходящих на рудниках месторождений Зармитанской  
золоторудной зоны..... 21

**Khakberdiyev Muzaffar Rustamkul ugli**  
Improvement of the methodology for forecasting geomechanical processes  
occurring in the mines of the deposits of the Zarmitan gold ore zone..... 41

**E'lon qilingan ishlar ro'uxati**  
Список опубликованных работ  
List of published works..... 44

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
PhD.03/31.03.2023.T.03.06 RAQAMLI ILMIY KENGASH  
ISLOM KARIMOV NOMIDAGI  
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**XAKBERDIYEV MUZAFFAR RUSTAMKUL O'G'LI**

**ZARMITAN OLTIN MA'DANLI HUUDULARIDAGI RUDNIKLARDA  
SODIR BO'LADIGAN GEOMEXANIK JARAYONLARNI  
PROGNOZLASH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH**

04.00.17 – Konchilikda fizik jarayonlar

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIVASI AVTOREFERATI**

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.4.PHD/T2807 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetida bajarilgan.  
Dissertatsiya avtorferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.tdtu.uz) va «ZiyoNet» Axborot ta'lim portalida (www.ziyo.net) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:** Sayyidqosimov Sayyidjabbor Sayyidqosim o'g'li  
texnika fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponenlar:** Nufullayev Gafur Subxonovich,  
texnika fanlari doktori, dotsent

Fatxiddinov Asliddinjon Utkir o'g'li, texnika fanlari  
bo'yicha falsafa doktori PhD

**Yetakchi tashkilot:** "Olmaliq kon-metallurgiya kombinati" AJ

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat texnika universiteti huzuridagi, PhD.03/31.03.2023.T.03.06 raqamli Ilmiy kengashning 2024-yil «23» aprel soat 14.30 daqi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100095, Toshkent shahar, Universitet ko'chasi, 2-uy. Tel./faks: (99871) 246-46-00/246-82-42, e-mail: tadqiqotchi@tdtu.uz)

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat texnika universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (380 -raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100095, Toshkent shahar, Universitet ko'chasi, 2-uy. Tel.: (99871) 246-46-00).

Dissertatsiya avtorferati 2024-yil « 3 » aprel kuni tarqatildi.  
(2024-yil « 8 » fevral » 5 » - raqamli reyestr bayonnomasi).



**J.B. Toshov**  
Ilmiy darajalar beruvchi  
Ilmiy kengash raisi,  
texnika fanlari doktori, professor

**T.O. Komilov**  
Ilmiy darajalar beruvchi  
Ilmiy kengash kotibi, PhD

**O.G. Hayitov**  
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi Ilmiy seminar raisi  
geologiya-mineralogiya fanlari doktori, professor

## KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda konchilik sohasining zamonaviy rivoji geodinamik va geomexanik xavfli sharoitda katta chuqurliklarda joylashgan murakkab tuzilmali foydali qazilma konlarini qazib olish bilan bog'liq. Tog' jinslari massivining holati va xossalari prognoz qilish samaradorligini ta'minlash konchilik sanoatining muhim muammolaridan hisoblanadi. Shuning uchun tadqiqotlarga yangi g'oyalar va uslubiyatlarni jalb qilish, oltinli ruda konlarini yer osti usulida qazib olish sharoitida tog' jinslari massivining kuchlanish-deformatsiyalanish holatini o'rganish va hisobga olinishi qiyin bo'lgan ko'plab tabiiy va texnogen omillar tufayli yetarli darajadagi aniq yechimlarni topish eng dolzarb masalalardan biri ekanligini ta'kidlash lozim. Shunga muvofiq murakkab tuzilishdagi oltinli ruda konlarida sodir bo'ladigan geomexanik jarayonlarni prognozlash usullarini takomillashtirish nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Dunyoda mavjud yer osti konchilik korxonalarida geomexanik holatni nazorat qilish va baholash konchilik ishlarini xavfsiz boshqarishning ajralmas qismi bo'lib, kon massivining kuchlanish-deformatsiyalanish holatini o'rganish, oltinli ruda konlarini qazib olish uchun ma'lum bir konchilik ishlarini olib borishda sanoat xavfsizligi talablarini ta'minlashga oid bir qator ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada muammoning yechimlari konchilik ishlarini olib borilayotgan uchashtalardagi geomexanik jarayonlarni prognoz qilish usullarini ishlab chiqishga, xavfsiz kon sharoitlarining xilma-xilligi va murakkabligini hisobga olgan holda seysmotektonik faol zonalarda tog' jinslari massivining kuchlanish-deformatsiyalanish holatini ishonchli baholashga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda foydali qazilma konlarini yer osti usulida qazib olish, kon bosimi va kuchlanish-deformatsiyalanish holatini aniqlash uchun chora-tadbirlarni amalga oshirish bo'yicha muayyan ilmiy natijalarga erishilmoqda. Yangi O'zbekistonni rivojlantirish strategiyasida<sup>1</sup> "Kon-metallurgiya tarmog'i korxonalarini faoliyatini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari" bo'yicha vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalardan kelib chiqqan holda, kon massivining tabiiy kuchlanganligini geofizik va geomexanik usullar bilan aniqlash, kuchlanish-deformatsiyalanish holati parametrlarini raqamli modellashirish asosida baholash va rudniklarda sodir bo'ladigan geomexanik jarayonlarni prognozlash usullarini takomillashtirish muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "2022-2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi Farmonida, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 17-yanvardagi "Kon-metallurgiya tarmog'i korxonalarini faoliyatini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4124-sonli qarori, 2020-yil 6-martdagi "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" davlat korxonasini isloh qilish chora-tadbirlari to'g'risida" PQ-4629-sonli, 2021-yil 24-iyundagi "Kon-metallurgiya sanoati va unga bog'liq sohalarni rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-5159-sonli Qarorlari, shuningdek,

<sup>1</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28-yanvardagi PF-60-son "2022 — 2026-yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" Farmoni.

ushbu sohada qabul qilingan boshqa huquqiy-me'yoriy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot ishi respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning VII. "Yer to'g'risidagi fanlar (geologiya, geofizika, seysmologiya va mineral xomashyolarni qayta ishlash)" ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

**Muammoni o'rganish darajasi.** Tog' jinslari massivlarining kuchlanish-deformatsiyalanish holatini baholash usullari va vositalarini yaratish va qo'llash rivojiga ko'plab ahet ellik olimlar o'z hissalarni qo'shganlar. Ulardan I.A.Turchaninov, A.A.Korablev, K.A.Ardashev, G.A.Kursakin, N.N.Vlox, G.I.Kulakov, N.A.Filatov, E.I.Shemyakin, M.S.Antsiferova, Ya.Ya.Kagan, Yu.I.Bolotin, V.T.Glushka, Panin V.I., V.P.Zapolskiy, V.I.German, P.A.Bogdanov, A.A.Yeromenko, A.G.Olovyanny, A.M.Linkov, V.S.Sidorov, A.B.Fadeyev, V.I.Axmatov, I.M.Batugina, G.N.Kuznetsov, I.M.Petuxov, T.Szwedzicki, Fourie G.A., L.Zhang, W.D.Tyler, C.Mawdesley, W.Whiten, R.Trueman, La Pointe P. R., B.Eadie, P.A.Rossouw, T.Diering, D.S.Stewart va boshqalar.

O'zbekistonda V.R.Rahimov, B.R.Raimjonov, S.S.Sayyidqosimov, O.F.Nasirov, J.B.Toshov, R.SH.Naimova, A.N.Kazakov va boshqa olimlar tomonidan kon bosimining dinamik ko'rinishda nomoyon bo'lishi bilan bog'liq bo'lgan tadqiqotlar olib borilgan.

Konchilik ishlarining potentsial xavfisizligini baholash uchun kon bosimining dinamik ko'rinishda nomoyon bo'lishiga ta'sir qiluvchi asosiy omillarni aniqlash kerak bo'ladi. Ushbu omillar: yuqori elastik xossalarga ega tog' jinslarning mavjudligi, kon massivida sezilarli gravitatsion-tektonik va geodinamik kuchlanishlarning ta'siri, konchilik ishlarining kritik chuqurlikka erishishi va boshqa texnogen jarayonlardir.

Kuchlanishni o'lchash va baholash usullarining tahlili shuni ko'rsatadiki, tog' jinslari geomexanikasining ko'plab muammolarini faqat mavjud bo'lgan tadqiqotlar bilan hal qilishning iloji yo'q. So'nggi yillarda kon bosimining dinamik ko'rinishda nomoyon bo'lishini nazariy o'rganish va boshqa geomexanik muammolarni hal qilish uchun ko'pincha raqamli usullar, ayniqsa cheklangan unsurlar usuli qo'llanilmoqda. Ushbu usullar qazib olish tizimlarining va kon lahimlari turli unsurlarining barqarorligini hisoblashda va konchilik ishlarining zararli ta'siri tufayli texnogen kuchlanish maydonlarini modellashtirishda keng qo'llanilmoqda.

Shunday qilib, kon bosimining dinamik ko'rinishda nomoyon bo'lish muammosi bo'yicha mavjud adabiyotlarni tizimlashtirish va tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, hozirgi vaqtda ko'plab muhim masalalarni hal qilishda yakuniy maqsadga erishilmagan, chunki konchilik ishlarini olib borilayotgan massivning murakkab tabiati tufayli kuchlanish-deformatsiyalanish holatining shakllanishi ko'plab tabiiy, texnogen omillar va katta ma'lumotlar massivini tashkil etish bilan alohida yondashuvni taqozo etadi.

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalarini bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya

tadqiqoti Toshkent davlat texnika universiteti va "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" A'ning ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq 49/11-son "Zarmitan oltin konida texnogen falokatlar (kon zarbalari) sabablari shakllanishining tabiati va qonuniyatlarini o'rganish" va 37/11-son "Foydali qazilma konlarini oqilona, kompleks va bexatar qazib olishda marksheyderlik ta'minotining ilmiy asoslari" loyihalari doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** murakkab seysmotektonik sharoitlarda konchilik ishlarini loyihalashtirish va rivojlantirishni rejalashtirish bosqichlarida kon massivida sodir bo'ladigan geomexanik jarayonlarni prognoz qilish usullarini takomillashtirishdan iborat.

#### **Tadqiqotning vazifalari:**

oltinli ruda konlarini yer osti usulida qazib olishda geomexanik jarayonlarni prognoz qilish usullarining hozirgi holatini o'rganish;

tog' jinslari massivining har xil tarkibiy shakllanish shartlarini baholash;

kon lahimlari atrofidagi kuchlanish-deformatsiyalanish holatini o'rganish;

oltinli ruda konlarini yer osti usulida qazib olish sharoitida kon bosimining dinamik ko'rinishda nomoyon bo'lishini prognoz qilish usullarini takomillashtirish.

**Tadqiqotning obyekt**i sifatida Zarmitan va G'ujumsoy oltinli ruda konlari hududlaridagi geologik muhit, shuningdek konchilik ishlarini natijasida kuchlanganlik maydonlarining o'zgarishi holati olingan.

**Tadqiqotning predmeti** tog' jinslari massivining tabiiy kuchlanganlik holati va kon bosimining dinamik ko'rinishda nomoyon bo'lishidagi ta'siri hisoblanadi.

**Tadqiqotning usullari.** Dissertatsiya ishini bajarishda geomexanik jarayonlarni oltinli ruda konlari massividagi kon bosimining dinamik ko'rinishida nomoyon bo'lishini baholash bo'yicha laboratoriya va kon sharoitidagi ma'lumotlarni umumlashtirish, tajriba amallarini o'z ichiga olgan tadqiqot usullari qo'llanilgan (kernlarning disklanishi, akustik emissiya), chekli unsurlar usuli, tadqiqotlarning fazoviy-nuqtaviy matematik modellashtirish kabi tadqiqot usullari qo'llanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

tog' jinslarning xilma-xil tuzilmali modeli negizida kon massividagi darzilik xossalarning miqdor va sifat ko'rsatkichlarini inobatga olgan holda, oltinli ruda konlaridagi tabiiy kuchlanish maydonining shakllanish qonuniyatlariga ta'sir etuvchi omillar baholangan;

Zarmitan oltinli ruda konlaridagi ruda tanasi va tog' jinslari massivlari tuzilmasining xilma-xilligi va tog' jinslari xossalarning anizotropiyasini belgilab beruvchi uchta tektonik darzilik tizimlari bilan ta'vsiqlanganligi asoslangan;

Zarmitan oltinli ruda konlari hududidagi chuqurlashgan gorizontlari massivida kuchlanish-deformatsiyalanish holatining shakllanish qonuniyatlarini geodinamik rayonlashtirish va fazoviy-nuqtaviy matematik modellashtirish asosida aniqlangan;

Zarmitan oltinli ruda konlari sharoitida kon bosimining dinamik ko'rinishda nomoyon bo'lishini prognoz qilish usullari takomillashtirilgan va avtomatlashtirilgan tizimi ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

Zarmitan oltinli ruda konlari massivlarida murakkab kuchlanish maydonlarining shakllanishi, tog' jinslari massivlarining tektonik blokli tuzilmalari fonida yuqori gorizontall tektonik kuchlanishlar yo'nalish vektorlarining ta'siri natijasida yuzaga kelishi va bu esa qazib olinadigan kon uchastkalarida kon bosimining shakllanishida muhimligi aniqlangan;

oltinli ruda konlari massivlarida mavjud kuchlanish maydonlarining shakllanish qonuniyatlariga ta'sir etuvchi omillar tog' jinslarining tarkibiy xilma-xilligi asosida kon massivi darziligidagi miqdori va sifat ko'rsatkichlariga bog'liqligi aniqlangan; tektonik bloklar chegaralarida kuchlanish holatining o'sishi hisobga olingan fazoviy-nuqtaviy matematik modellashtirish asosida yer osti boyliklarini o'zlashtirishda sanoat xavfsizligini ta'minlash usullari takomillashtirilgan;

Zarmitan koni sharoitida geomexanik monitoring avtomatlashtirilgan tizimining algoritmi va kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishi sharoitida kon massivining ustuvorligini prognoz qilishning takomillashtirilgan usuli taklif qilingan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchiligi.** Olingan tadqiqot natijalarining ishonchiligi Zarmitan va G'ujumsoy oltin rudasini qazib oladigan rudniklarning chuqurlashgan gorizontlaridagi konchilik ishlari olib boriladigan hududlarda paydo bo'ladigan geodinamik va geomexanik jarayonlarni baholashda amalda olingan ko'rsatkichlar bilan tasdiqlangan.

#### **Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati mavjud tektonik kuchlanishlarning hal qiluvchi rolini aniqlash, Zarmitan oltinli ruda konlari hududlaridagi konlarni yer osti usulida qazib olish sharoitida kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishini baholash, tog' jinslari massividagi tuzilmaning xilma-xilligi va tog' jinslari xossalarning anizotropiyasini belgilab beruvchi uchta tektonik darzhik tizimlari bilan tavsiflanishi hamda chuqurlashgan konchilik ishlari gorizontlari massivida kuchlanish-deformatsiyalanish holatining shakllanish qonuniyatlarini geodinamik rayonlashtirish va fazoviy-nuqtaviy matematik modellashtirish negizida baholash va kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishini prognoz qilish usullarini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati kon massivining strukturaviy tuzilishi, ularning geodinamik va geomexanik holatini baholashning zamonaviy usullarini qo'llash kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishini yer qa'ridagi tektonik bloklarda kuchlanish maydonlarining shakllanish qonuniyatlarini hisobga olgan holda fazoviy-nuqtaviy matematik modellashtirish asosida baholash, yer osti boyliklarini o'zlashtirish jarayonida sanoat xavfsizlik talablarini ta'minlashga erishilganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Oltinli ruda konlarni yer osti usulida qazib olishda kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishini prognozlash usullari bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

massivdagi kuchlanish-deformatsiyalanish holatini baholash usullari "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" AJga qarashli Zarmitan oltinli ruda konida joriy etilgan ("Navoiy kon-metallurgiya kombinati" AJning 2023-yil 5-iyuldagi 23/01-01-07/316-

sonli ma'lumotnomasi). Natijada, kuzatilishi mumkin bo'lgan kon bosimlari salbiy oqibatlarining oldini olish choralarini avvaldan qo'llash va konlarni geomexanik monitoring qilishni raqamlashtirish imkonini bergan;

kon lahimlarida kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishini prognoz qilishning takomillashtirilgan kompleks usuli "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" AJning G'ujumsoy konida konchilik ishlarini loyihalash va rejalash bosqichlarida joriy etilgan ("Navoiy kon-metallurgiya kombinati" AJning 2023 yil 5 iyuldagi 23/01-01-07/316-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, har bir konda konchilik ishlarini bexatar olib borishning marksheyderlik ta'minoti va kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishini geomexanik nazorat qilish uchun zaruriy chora-tadbirlar yaratilib, bir yilda har bir rudnikdagi kon lahimlarining mustahkamligini 22% ga oshirish imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobativiyasi.** Mazkur tadqiqotning natijalari 4 ta respublika va 4 ta xalqaro ilmiy-amaliy anjumanlarda aprobativiyadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 21 ta ilmiy ish chop etilgan, jumladan, 1 ta monografiya, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan doktorlik dissertatsiyalari asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta maqola, shundan 3 ta respublika hamda 3 ta xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 119 betni tashkil etgan.

## **DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI**

**Kirish** qismida olib borilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, maqsad va vazifalar belgilangan, ob'jekt va predmet tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalar ustuvor yo'nalishlariga tadqiqotning mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari keltirilgan, erishilgan natijalarning ilmiy va amaliy mohiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilinganligi, chop etilgan ilmiy ishlar ro'yxati, dissertatsiyaning hajmi va tuzilmasi haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Geomexanik jarayonlarni prognoz qilish usullarini o'rganishning hozirgi holati tahlili**" deb nomlangan birinchi bobida so'nggi o'n yilliklarda konchilik fanlari tadqiqoti va amaliyotining dolzarb muammosi sifatida shakllangan kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishi masalalari tahlil qilingan.

Foydali qazilma konlarni yer osti usulida qazib olishdagi geodinamik jarayonlarni prognoz qilishning asosiy omili kuchlanish-deformatsiyalanish maydonlarida shakllanadigan texnogen ta'siri aniqlash va baholash hisoblanadi.

Yer qa'ridagi kuchlanishlar iyerarxik blokli tuzilishga ega bo'lib, vertikal kuchlanish hamma joyda mavjud va uning qiymati tog' jinslari zichligi va yer sirtiga nisbatan chuqurlik bilan ifodalanganligi sababli, kon massivining tabiiy kuchlanish maydoni tuzilishining iyerarxik tabiiy faqat tektonik holatini belgilaydi. Asosiy kuchlanish zonalari: global, mintaqaviy, mahalliy, xususiy va nuqtaviy turlarga

bo'linadi.

Tog' jinslaridagi gorizontal va vertikal kuchlanishlardan tashqari, umumiy kuchlanish maydonining shakllanishiga ta'sir qiluvchi boshqa omillar ham mavjud. Bunday omillarga: massivning paydo bo'lish (genezisi) shartlari, termal ta'sir, tog' jinslarining fizik-mexanik xossalari, yer yuzasining relyefi, yer osti va yer usti suvlari hamda kosmik kuchlar ta'siri kiradi.

Hozirgi vaqtda tog' jinslarining mustahkamlik ko'rsatkichi namunalarda aniqlangan boshqa fizik-mexanik xossalari singari, taqsimotning ma'lum qonuniyatlariga bo'yusmadigan muayyan tavsifga ega. Bunday holda agar sinovlar soni yetarlicha katta bo'lsa, tog' jinslari massivining har bir nuqtasi bir qator namunalardan olingan taqsimot parametrlari bilan tavsiflanishi mumkin deb taxmin qilinadi.

Ko'rsatkichning o'zgaruvchanligini baholash usullarining qisqacha sharhini umumlashtirib shuni aytish mumkin, u yoki bu baholash usulini va o'rganilayotgan ko'rsatkichning bir xillik mezonini tanlash uning fizik xossalari nuqtai nazaridan amalga oshirilishi kerak. Ko'rsatkichning individual qiymatlarining tasodifiylik darajasini baholash, uning namoyon bo'lish qonuniyatlarini aniqlash faqat o'zgaruvchanlik sabablarini, ularning ko'rsatkichga ta'sir qilish va tasodifiylik darajasini sinchkovlik bilan tahlil qilish shartli ravishda muvaffaqiyatli amalga oshirilishi mumkin. Faqat shu sharoitda har bir alohida holatda tog' jinslarining mustahkamlik ko'rsatkichlarining bir xillik darajasini baholash tamoyillari va mezonlarini ishlab chiqish zarur bo'ladi.

Dissertatsiya ishining "Tog' jinslari massivi tuzilishi tarkibining xilma-xil shakllanish sharoitlarini baholash" deb nomlangan ikkinchi bobida geologik va geodinamik holatlarni, oltinli ruda konlarini qazib olishda kon-texnik va geologik sharoitlar tahlil qilingan.

Massivning fizik-mexanik xossalari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar tahlil qilib, ular asosida massivning kuchlanish holatini baholash uchun qabul qilingan eng ishonchli qiymatlar aniqlangan.

Laboratoriya sharoitida asboblarda joydagi sinov natijalari hamda eksperimental va ishlab chiqarish sinovlari jarayonida olingan ma'lumotlar umumlashtirilgan.

Darziklar tarqalgan zonalari tektonik uzilishlar bilan chegaralanadi va strukturaviy zaiflashuvni barpo etadi. Zaiflashgan zonalarning ishlab chiqarilgan maydonga ko'ndalang yoki diagonal yo'nalishli qismlarida, ushbu zonalarning tag tomondan qazib olinish sharoitida, siljib buzilishiga ko'ra ajralib chiqadigan ko'pgina bloklarining qulashi kuzatiladi.

Zarmitan konining o'ziga xos xususiyatlaridan biri u yerdagi kuchi tektonik buzilishlardir. Shu bilan birga, qazib olish chuqurligining oshishi bilan tektonik buzilish darajasi oshib boradi. Buzilmagan zonalardagi tog' jinslari qoya toshli, tektonik uzilish zonalardagilar esa nim qoya toshli tog' jinslari hisoblanadi.

Tog' jinslarining darziklari, shuningdek, kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishi va taqsimlanishi yer osti inshootlarining ustuvorligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Uning kompleks tadqiqi quyidagilarni o'z ichiga oladi: darzikliklar paydo

bo'lish unsurlarini aniqlash va statistik ishlab chiqish, ularning chiziqli parametrlari, ular orasidagi masofa, darzikliklar yuzasining holati; siljish holatining tahlili, buzilishlar, tog' jinslarining shakllanishi va kon bosimining boshqa ko'rinishlarini tavsiflash va tahlil qilish o'z ifodasini topgan.

O'tkir yoki teskari burchakda yotgan darzikliklar siljish maydonining chegaralari va qazib olish kon lahimlari shifiting qulash ehtimoli yuqori bo'lgan joylarida hosil bo'lishi mumkin. Tabiiy ravishda aniqlangan darzikliklar bilan siljish vektorlarining yo'nalishini va uzilishning taxminiy burchaklarini baholash va yoritilish burchaklarini taxmin qilish mumkin. Massiv yoritilishlar bilan qanchalik ko'p buzilgan va uning jadallig'i qancha katta bo'lsa, ustuvorligi shunchalik past bo'ladi va strukturaviy zaiflashuv koeffitsiyentining miqdor ko'rsatkichi shuncha kichkina bo'ladi.

Palstrem tasnifiga ko'ra, tog' jinslari massivining geologik sifat indeksi aniqlangan, u 30 dan 17,6 gacha bo'lgan kam va o'rtacha skalli jinslarni tashkil etgan va bu massivning yuqori ustuvorligiga mos keladi. Katta darziklikli tog' jinslari bo'yicha massivning sifat indeksi 6,3 ni tashkil etadi.

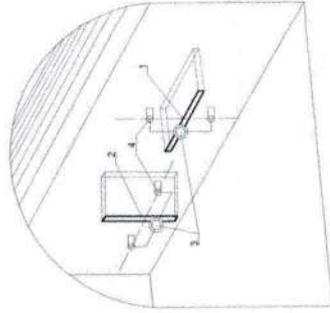
Tog' jinslarining mineralogik tarkibining namoyon bo'lishi, tarqalish tabiati va o'zgaruvchanligi shartlariga ko'ra ularni bir qator tuzilmalarga bo'lish mumkin. Zarmitan oltinli ruda konlaridagi massivning asosiy qismi tarkibi oltinli kvarts tomirlari va sulfidli rudalardan iborat.

Dissertatsiyaning "Kon lahimlari atrofidagi kuchlanish-deformatsiyalanish holatini o'rganish usullari" deb nomlangan uchinchi bobini kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishini o'rganish usullariga bag'ishlangan.

Zarmitan oltin ma'damli hududlaridagi konlarda konchilik ishlarini olib borish amaliyoti shuni ko'rsatadiki, rudalar va tog' jinslari yuklanganda mo'rt parchalanishga moyil bo'lib, deformatsiya paytida potensial energiyani saqlashga qodir bo'ladi. Katta darzikliklar va gorizontal siqilish kuzatiladigan mintaqalarga xos

bo'lgan konlarni o'zlashtirish paytida tog' jinslari massivining kuchlanish-deformatsiyalanish holatini o'rganish shuni ko'rsatdiki, Zarmitan koniga o'xshash sharoitlarda 100-200 m chuqurlikda gorizontal kuchlanishlar kenglik yo'nalishi bo'yicha  $Y=(3,2-4,0)\gamma H$ , meridian yo'nalishida  $X=(2,6-2,8)\gamma H$ , vertikal holatda ( $Z=1,8\gamma H$ ) ni tashkil etadi. Zarmitan konining ruda tanasi  $70^\circ$  burchak ostida yotgan bo'lib, rudalarni magaziniab va qulattib qazib olish tizimini qo'llab, zaxiralarni qazib olish sharoitida tadqiqot ishlari olib borilgan.

Zarmitan oltinli ruda konining mavjud kon lahimlarida xolislanitirish bo'shlig'i va akustik emissiya usuli bilan tog' jinslari massivining kuchlanish holati baholangan va lahimning yuqori qismi va



1-rasm. Massivdagi xolislanitirish bo'shlig'ini burg'ilash sxemasi. 1-gorizontal bo'shliq, 2-vertikal bo'shliq, 3-soat tipidagi mikrometr, 4-reperlar.



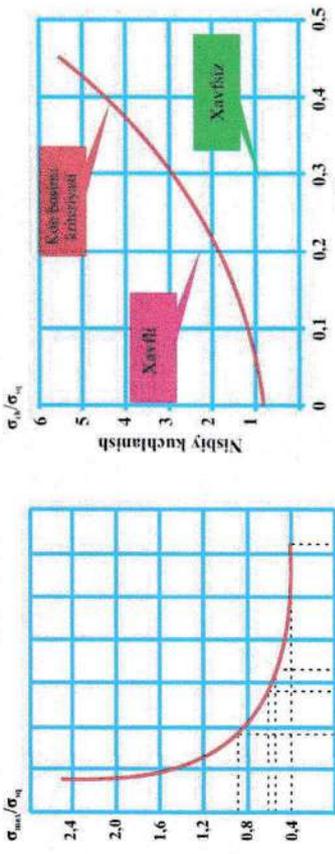


diagrammadan massivdagi tog' jinsining bir o'qli, chekli mustahkamlik  $\sigma_{s,q}$  ulushi bo'yicha kuchlanish qiymati aniqlanadi. U dinamik hodisalarga moyil bo'lgan barcha turdagi tog' jinslari uchun universalidir. Maksimal kuchlanish  $\sigma_{max}$  kon lahimlarining chegarasida emas, balki undan bir oz masofada ( $X_{max}$ ) buzilgan zonadan tashqarida ta'sir qiladi.

Xavf toifasini aniqlash algoritmi quyidagilardan iborat:

-  $X_{max}$  chuqurligi,  $t_{min}$ -disklarning minimal qalindigi bo'yicha o'rnatiladi,

bu yerda massivda maksimal  $\sigma_{max}$  kuchlanishlar ta'sir ko'rsatadi (6-rasm). Diagramma yordamida disklarning minimal qalindigining kernning



6-rasm. Kon massivi kuchlanish holatining kon zarbasiga xavfliligining vertikal tashkil etuvchisini aniqlash nomogrammasi

diagrammaga nisbat bo'yicha  $t_{min}/d$  massivda kon lahimi yaqinidagi mavjud nisbiy kuchlanishlarning  $\sigma_{max}/\sigma_{s,q}$  maksimal qiymati  $X_{max}/h$  parametrlari bo'yicha aniqlanadi (6-rasm) (bu yerda h—kon lahimi balandligi). Aniqlangan qiymatning o'rti 7-rasmidagi diagrammaga nuqta sifatida belgilanadi. Nuqtaning egri chiziqdan yuqori yoki pastda bo'lgan holatiga ko'ra massivga "xavfli" yoki "xavfli emas" toifasi beriladi.

G'ujumsoy va Zarmitan konlarida o'tkazilgan burg'ilash ishlari natijalariga ko'ra  $X_{max}$ ,  $t_{min}$ ,  $t_{min}/d$  parametrlar aniqlangan.

G'ujumsoy va Zarmitan konlarining buzilmagan massivining kuchlanish maydoni tektonik kuchlarning ta'siri bilan izohlanadi.

O'tkazilgan tadqiqotlar asosida G'ujumsoy va Zarmitan konlari uchun vertikal kuchlanishga nisbatan massivdagi asosiy kuchlanishlarning nisbati aniqlangan:

- ruda tuzilmalarining yotiqiligi bo'yicha asosiy maksimal gorizontal kuchlanish  $\sigma_1 = 3,23 \cdot \gamma \cdot H$ , MPa,  $\sigma_1 = 1,83 \cdot \gamma \cdot H$ , MPa.

- ruda tuzilmalari yotiqiligi bo'yicha o'rtacha gorizontal kuchlanish  $\sigma_2 = 2,74 \cdot \gamma \cdot H$ , MPa,  $\sigma_2 = 1,52 \cdot \gamma \cdot H$ , MPa.

- massivdagi minimal vertikal kuchlanishlar  $\sigma_3 = 1,00 \cdot \gamma \cdot H$ , MPa,  $\sigma_3$

=  $1,00 \cdot \gamma \cdot H$ , MPa qiymatlariga ega.

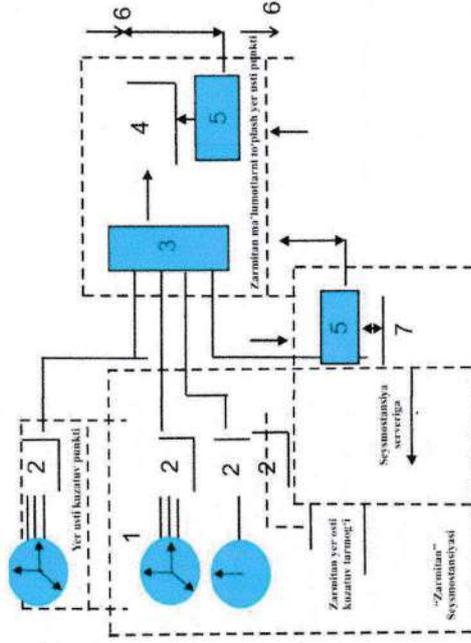
Zarmitan oltinli ruda maydonini tashkil etuvchi massivning kuchlanish holatini baholash va tog' jinslarida yuzaga keladigan kuchlanishlarning taqsimlanishi darzlikli massivlar uchun Xuk-Braun usuli bo'yicha amalga oshirilgan.

Massivning uchta uchastkasi zaif, o'rta, kuchli darzliklik darajasi bo'yicha ko'rib chiqildi.

Yer osti konlarining ustuvorligini baholash hisob-kitoblari Solidworks 6.0 zamonaviy dasturiy ta'minotidan foydalanilgan, bu dasturiy ta'minotdan tog' jinslarining mustahkamliklarini qiyosiy tahlil qilish uchun foydalanish mumkin.

Solidworks — kon lahimlari atrofidagi tog' jinslarida elastik kuchlanish va siljishlarni hisoblash uchun chekli unsurlar usulidan va massivdagi alohida bloklarning o'zaro ilashganligini aniqlash uchun-GSI parametrlaridan foydalanilgan.

Ushbu usul bo'yicha darzlikli massivlarda kon lahimlari yoki qazib olish kameralari doirasi uchun  $m_b$ ,  $s$  va  $a$  mezonlari, shuningdek, ilashishi  $C_m$  va ichki ishqalanish burchagi  $\phi$  (Kulon-Mor parametrlari) aniqlangan.



8-rasm. Ko'p kanalli asboblarning joylashuv sxemasi

1-Geofoalar, 2-Telemetrik qurilmalarning yer ostidagi bloklari, 3- Telemetrik axborotni to'plash punkti, 4-Seysmotsignallarni jamlash va saralash qurilmalari, 5-Qabul uzatish moslamasi, 6-antenna, 7-EHM

+540m, +480m va +420m gorizontallarda geomexanik modellarni yaratish uchun asosiy gorizontal va tortish kuchlanishlari o'rtasidagi nisbatlar uslubiyati bo'yicha hisoblash natijalaridan foydalanilgan. Ko'rib chiqilayotgan uchastkalarining geomexanik holati Solidworks dasturi yordamida yaratilgan kompyuter modellari o'rganilgan. Kon lahimlari va qazib olish kameralarining konturlaridagi kuchlanishlar aniqlangan. Qazilgan massivlarning ustuvorligi o'tilgan kon lahimlari va kameralar konturidagi siljishlar miqdori bilan baholandi. Konturlar va siljishlar bo'yicha olingan kuchlanish qiymatlari prognoz ma'lumotlariga muvofiq

aniqlangan bo'lib, ruxsat etilgan qiymatlar bilan taqqoslangan, natija qoniqarli o'xshashlikni ko'rsatgan.

Massivning holatini tezkor nazorat qilish maqsadida konda ikki bosqichli mikroseysmik va seysmoakustik monitoringni qo'llash taklif etildi.

Yer osti telemetrik kuzatuv tarmog'i (8 dan 11 gacha seysmik pavilyonlar) konning ruda maydonlaridagi tog' jinslari massivlarining nazorat qilinadigan qismlarida yuzaga keladigan mikroseysmik va seysmoakustik jarayonlarni qayd etishi va seysmik ma'lumotlarning kabel aloqa liniyalari orqali yer sirtidagi yig'ish punktiga uzluksiz uzatilishini ta'minlaydi. Yuzaki (past chastotali) kuzatuv punkti tashqi seysmik ta'sirlarni qayd etishni va seysmik signallarning yig'ish punktiga telemetriya uzatilishini ta'minlab beradi (8-rasm).

Yig'ish punktida kiruvchi teleseysmik ma'lumotlar to'planadi. Zarmitan koni ma'muriyati binosida xuddi shu nomdagi seysmostansiyaning raqamli qabul qiluvehilarini va ularning antenna-fider qurilmalarini o'rnatish tavsiya etilgan.

Seysmik stansiyada dasturiy ta'minot asosida operatorming avtomatlashtirilgan ish joyi tashkil etiladi. Yig'ish punktida seysmik hodisalar xaritalari va shaxta maydonlarining mikroseysmik va seysmoakustik faolligi xaritalari ham tuziladi.

Zarmitan yer usti kompleksining avtomatik tizimi tog' jinslari massividagi kon bosimining dinamik hodisalari paytida yuzaga keladigan keng polosali mikroseysmik va seysmoakustik signallarni ro'yxatdan o'tkazishni ta'minlaydi.

Seysmik ma'lumotlarni tanlash va to'plash, uskunalarining avtomatik ikki tomonlama aloqasi operatorming so'roviga binoan maxsus dasturiy ta'minot orqali amalga oshiriladi.

Matematik ta'minot tizimining maqsadga muvofiq ishlashini ta'minlaydigan dasturlar, tavsiflar va ko'rsatmalar to'plamini o'z ichiga oladi.

Dasturiy ta'minot kirish signallaridan tashqi so'rovlar bo'yicha ustuvor uzilishlar tizimi bilan ishlashning ko'p dasturli rejimini, real vaqtda ma'lumotlarni qayta ishlashni, fonda saqlash qurilmalarida to'plangan ma'lumotlarni tahlil qilish uchun maxsus muammolarni hal qilish imkoniyatini yaratadi.

Dissertatsiya ishida kon bosimining xavfli namoyon bo'lishini prognoz qilish uchun akustik emissiya parametrlarini 0,2...20 kHz chastota diapazonida qayd etishga asoslangan geoakustik usul qo'llanilgan bo'lib, "Prognoz ADS" raqamli

geoakustik monitoring tizimi taklif qilingan (9-rasm).

Tog' jinslari massivini geoakustik nazorat qilishning muhim tarkibiy qismlaridan biri uning deformatsiyasi va qulashining turli bosqichlarini tavsiflovchi ishonchli mezonlarni aniqlashdir. Dissertatsiya ishida massiv holati ko'rsatkichlari majmuasiga asoslangan integral mezondan foydalanish taklif etilgan, bu esa uning boshqarib bo'lmaydigan qulash jarayonining boshlanishini ishonchli prognoz qilishiga imkon beradi.

"Prognoz-ADS" zamonaviy avtomatlashtirilgan geomexanik monitoring tizimidan foydalanish yer osti xavfli ishlab chiqarish obyektlarining samarali va xavfsiz ishlashini ta'minlaydi. Konchilik ishlarini rivojlantirishni tezkor va uzoq muddatli rejalashtirish muammolarini hal qilishga imkon beradi va Zarmitan oltinli ruda konlarining chuqur gorizontlarida kon bosimining dinamik namoyon bo'lishi xavfining oldini olish bo'yicha profilaktika choralarini yanada oqilona qo'llashga imkon yaratadi.

## XULOSA

"Zarmitan oltin ma'danli hududlaridagi rudniklarda sodir bo'ladigan geomexanik jarayonlarni prognozlash usullarini takomillashtirish" mavzusidagi dissertatsiya ishi bo'yicha olib borilgan tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar olindi:

1. Ustuvor tartibda kon bosimining dinamik ko'rinishida namoyon bo'lishini shakllantirish uchun asosiy omillar quyidagilardir: tog' jinslari massividagi tabiiy kuchlanishlar; kon massivi tarkibiy tuzilishining xilma-xilligi; tog' jinslari atrofidagi kon massivining kuchlanish-deformatsiyalanish holati; massivdagi tog' jinslarining fizik-mexanik xossalari; tog' jinslari massivining tektonik darzlanganlik holati; rudaning mineralogik tarkibi tog' jinslarining strukturaviy zaiflashuv koeffitsiyenti ko'rsatkichida o'zlarining ta'sirini va ifodasini topgan.

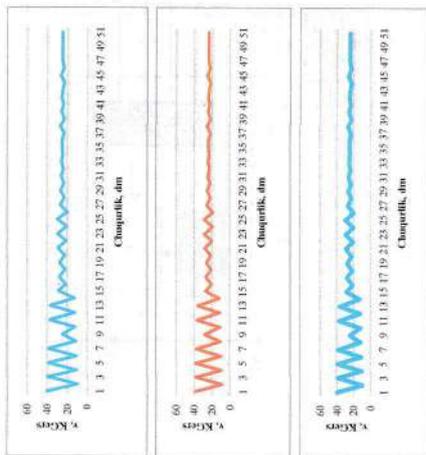
2. Tog' jinslari massivining mexanik xossalarni o'rganish va baholash uchun asos sifatida qabul qilingan strukturaviy model barcha geologik omillar jamlanmasining namoyon bo'lgan natijalari bilan belgilanib, ulardagi mineralogik birlashmalarining tarqalish tabiati bo'yicha ham va miqdoriy ko'rsatkichlari bilan ham farqlanadigan uchta tog' jinsi strukturasi mavjudligi aniqlangan.

3. Kon massivi holatini geomexanik baholashning uch bosqichdan iborat uslubiy yondashuvi ishlab chiqilgan:

Birinchisi, geologik sharoitlarni, tog' jinslarining fizik-mexanik xossalarni va massivning dastlabki kuchlanish holatini har tomonlama tahlil qilishdan iborat bo'lgan konning muhandislik-geologik modelini qurish; ikkinchisi - muhandislik-geologik model negizida massivning dastlabki, geomexanik ma'lumotlarning umumlashtirilgan geomexanik modelini ishlab chiqish va uchinchi bosqich - qo'yilayotgan masalaning xususiyatiga qarab fizik yoki matematik modellashirish.

4. Zarmitan konida tektonik kuchlanish zonalarini aniqlash uchun optik-polyarizatsiya usuli yordamida geodinamik modellashirildan quyidagi natijalar olingan:

- tektonik yoriqlar va boshqa geologik tuzilmalarning tutashgan va kesishgan



9-rasm. "Prognoz-ADS" tizimi tomonidan akustik hodisalar joylashuv seriyasini kon zarbasiga moyil bo'lgan kon massivida ro'yxatdan o'tkazish

signallaridan tashqi so'rovlar bo'yicha ustuvor uzilishlar tizimi bilan ishlashning ko'p dasturli rejimini, real vaqtda ma'lumotlarni qayta ishlashni, fonda saqlash qurilmalarida to'plangan ma'lumotlarni tahlil qilish uchun maxsus muammolarni hal qilish imkoniyatini yaratadi.

Dissertatsiya ishida kon bosimining xavfli namoyon bo'lishini prognoz qilish uchun akustik emissiya parametrlarini 0,2...20 kHz chastota diapazonida qayd etishga asoslangan geoakustik usul qo'llanilgan bo'lib, "Prognoz ADS" raqamli

joylari tektonik kuchlanishlar konsratsiyasi zonalari hisoblanadi. Kuchlanishlarning xolislanishi odatda alohida cho'ziq linza shaklli zonalardagi yoriqlar bo'ylab, shuningdek, buzilishlardan ajralib chiqqan bloklarning ichki qismlarida qayd etiladi;

- ruda konining murakkab tektonik tuzilishiga qaramay, alohida bloklarda hududning markaziy qismi tektonik jihatdan zaiflashgan holda namoyon bo'lishi kuzatilgan.

5. Zarmitan oltin ma'danli hududlarining foydalanilayotgan konlarida kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishining qayd etilgan shakllari quyidagilardan iborat: bloklar va qavatlararo seliklarning qulashi, rudalarning o'zaro yaqinlashgan uchastkalaridagi tog' jinslari qatlamlari, qazib olingan bo'shliqdagi yondosh tog' jinslarining otilib chiqishi, shpurlar va burg'i quduqlari devorlarining deformatsiyasi, otilishlar, tebranishlar, kon lahimlarini o'tish paytida mikro va makro kon zarbalari.

Qazib olish ishlarining chuqurligi oshishi bilan statik va dinamik shaklda oshib boruvchi tayanch bosimining shakllanishi uchun sharoitlar yaratilishi aniqlangan.

6. Kon lahimlarini qazib o'tishda kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishiga xizmat qiluvchi asosiy omillar tektonik buzilishlarning ta'sir qilish zonalari, ruda qazish kameralaridagi ishlarining tayanch bosimi va kameralararo ustunlarning qisman qazib olish ishlari ekanligi eksperimental ravishda isbotlangan.

7. Neotektonik harakatlar va seysmotektonik faollik mavjud bo'lganda Zarmitan konining tog' jinslari massivida tektonik siquvchi va cho'zuvchi kuchlanishlar yo'nalishi shimoli-sharqqa yo'nalgan bo'lib, kuchlanishlarning vertikal tarkibiy qismi hisoblangan kuchlanishlardan 2,5-2,8 barobarga va gorizontal kuchlanishlar vertikal kuchlanishlaridan 1,3-1,4 barobarga farq qilishi aniqlangan.

8. Kernning diskatlanishi to'g'risidagi olingan ma'lumotlar kon massivining kompleks xarakteristikasi sifatida eksperimental ravishda tasdiqlangan, bu ruda va tog' jinslarining mustahkamlik xossalari va ularning mo'rtlilik darajasini hamda massivdagi kuchlanishlarning son qiymatini o'zida aks ettiradi. Amaldagi kuchlanishlar qancha katta bo'lsa, kernning diskatlanish jarayoni shunchalik jadal bo'lishi tasdiqlangan.

9. Taklif qilingan tog' jinslari massivining kuchlanish holatini doimiy ravishda nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizimi va oltinli ruda konlarini qazib olishdagi kon bosimining dinamik ko'rinishda namoyon bo'lishini prognoz qilish metodikasi Zarmitan oltin ma'danli hududlari konlaridan oqilona va xavfsiz foydalanishni geomexanik ta'minlashga xizmat qiladi.

10. Geomexanik jarayonlarning avtomatlashtirilgan prognozlash tizimining Zarmitan oltin rudali hududlaridagi rudniklarda joriy etilishi geomexanik monitoring usullarini takomillashtirishga xizmat qiladi va konchilik korxonalarini raqamli iqtisodga o'tkazishga yordam beradi.

ХАКБЕРДИЕВ МУЗАФФАР РУСТАМКУЛ УГЛИ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ НА  
РУДНИКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАРМИТАНСКОЙ  
ЗОЛОТОРУДНОЙ ЗОНЫ

04.00.17 – Физические процессы в горном производстве

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии Министерства высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером № В2023-4-PhD/T2807.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу ([www.fdu.uz](http://www.fdu.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNeb» по адресу ([www.ziyo.net.uz](http://www.ziyo.net.uz)).

**Научный руководитель:** Сайидкосимов Сайиджаббор Сайидкосимович, доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** Нутфуллоев Гафур Сухонович, доктор технических наук, доцент

Фатхилдинов Аслидонижон Ултикар угли, доктор философии (PhD) по т.н.

**Ведущая организация:** АО «Алмалякский горно-металлургический комбинат»

Защита диссертации состоится «23» август 2024 года в 14:30 часов на заседании Научного совета PhD 03/31.03.2023.T.03.06 при Ташкентском государственном техническом университете (Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел./факс: (99871) 246-46-00/246-82-42, e-mail: [tabfiqotchi@tdtu.uz](mailto:tabfiqotchi@tdtu.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (регистрационный № 380). Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел./факс: (99871) 246-46-00/246-82-42.

Автореферат диссертации разослан «3» август 2024 года.  
(реестр протокола рассылки № 5 от «8» август 2024 года.)



**Ж.Б. Топлов**  
Председатель Научного совета по  
присуждению ученых степеней,  
доктор технических наук, профессор

**Т.О. Комилов**  
Учленый секретарь Научного совета по  
присуждению ученых степеней, PhD

**О.Г. Хайитов**  
Председатель Научного семинара при  
Научном совете по присуждению ученой степени,  
доктор геолого-минералогических наук, профессор

## ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность отрасли диссертации. В мире современное развитие горнодобывающей отрасли непосредственно связано с разработкой сложного-структурных месторождений полезных ископаемых (МПИ) на больших глубинах в условиях геодинамической и геомеханической опасности. Обеспечение эффективности прогноза состояния и свойств массива горных пород является важнейшей проблемой горнодобывающей отрасли. Поэтому следует отметить, что привлечение к исследованию новых идей и методологий, изучение напряженно-деформированного состояния горного массива в условиях подземной разработки месторождений золоторудных месторождений и поиск достаточно точных решений обусловлены многими природными и техногенными факторами, которые трудно учесть. Соответственно, совершенствование методов прогнозирования геомеханических процессов, протекающих в золоторудных месторождениях сложной структуры, имеет теоретическое и практическое значение.

Во всем мире контроль и оценка геомеханической обстановки на подземных горнодобывающих предприятиях являются неотъемлемой частью безопасного управления горными работами, проводится ряд научных исследований, касающихся изучения напряженно-деформированного состояния горного массива, обеспечения требований промышленной безопасности при проведении тех или иных горных работ по добыче золоторудных месторождений. Решению проблемы в этой связи особое внимание уделяется разработке методов прогнозирования геомеханических процессов на участках добычи полезных ископаемых, достоверной оценке напряженно-деформированного состояния горного массива в сейсмостектонически активных зонах с учетом многообразия и сложности безопасных условий добычи.

В нашей республике достигаются определенные научные результаты по подземной добыче полезных ископаемых, осуществлению мероприятий по определению состояния горного давления и напряженно-деформационного состояния. В стратегии развития нового Узбекистана<sup>1</sup> определены задачи «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургической отрасли». Исходя из этих задач, важное значение приобретает определение геофизическими и геомеханическими методами естественного натяжения горного массива, оценка параметров напряженно-деформированного состояния на основе численного моделирования и совершенствование методов прогнозирования геомеханических процессов, протекающих в рудниках.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан, №УП-60 от 28 января 2022 г. «О стратегии развития

<sup>1</sup> Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан, №УП-60 от 28 января 2022 г. «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

нового Узбекистана на 2022-2026 годы», Постановлениях Президента Республики Узбекистан №ПП-4124 от 17 января 2019 г. «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургической отрасли», №ПП-4629 от 6 марта 2020 г. «О мерах по реформированию государственного предприятия «Навоийский горно-металлургический комбинат», №ПП-5159 от 24 июня 2021 года «О дополнительных мерах по развитию горно-металлургической промышленности и смежных отраслей», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

**Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологической республнки.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии республики: VII. «Наука о земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

**Степень изученности проблемы.** Многие зарубежные ученые внесли значительный вклад по созданию и применению методов и средств оценки напряженно-деформированного состояния массивов горных пород. В их числе: И.А.Турчанинов, А.А.Кораблев, К.А.Ардашев, Г.А.Курсакин, Н.Н.Влох, Г.И.Кулаков, Н.А.Филатов, Е.И.Шемякин, М.С.Анцыферов, Я.Я.Каган, Ю.И.Болотин, В.Т.Глушка, В.И.Панин, В.Л.Залопольский, В.И.Герман, П.А.Богданов, А.А.Еременко, А.Г.Оловянный, А.М.Линьков, В.С.Сидилов, А.Б.Фалдеев, В.И.Ахматов, И.М.Баругина, Г.Н.Кузнецов, И.М.Петухов, T.Szwedzicki, G.A.Fouic, L.Zhang, W.D.Tyler, C.Mawdesley, R.Trueman, W.White, La Pointe P.R., B.Eadie, P.A.Rossouw, T.Dieting, D.S.Stewart.

Исследованиями связанными с динамическим проявлением горного давления занимались такие отечественные ученые, как: В.Р.Рахимов, С.С.Сайидкосимов, У.Ф.Насиров, Ж.Б.Тошов, Р.Ш.Наимова, А.Н.Казаков и др.

Для оценки потенциальной безопасности ведения горных работ необходимо выявить основные факторы, влияющие на проявление горного давления в динамической форме. Этими факторами являются: наличие пород с высокими упругими свойствами, действие в горном массиве значительных гравитационно-тектонических и геодинамических напряжений, достижение критических глубин горных работ и другие техногенные процессы.

Анализируя методы измерений и оценку напряженного состояния, следует отметить, что решить многие задачи горной геомеханики невозможно только натурными исследованиями. Для теоретического исследования динамического проявления горного давления и решения других геомеханических задач в последние годы часто применяются численные методы, в особенности метод конечных элементов (МКЭ). Данные методы используются широко при расчетах устойчивости различных элементов систем разработки и горных выработок и моделировании техногенных полей напряжений, обусловленных влиянием горных работ.

Таким образом, систематизация и анализ существующих публикаций по

проблеме динамического проявления горного давления показали, что в настоящее время решения многих важных вопросов не достигли конечной цели из-за сложного характера напряженно-деформированного состояния разрабатываемых массивов горных пород, формирование которых связано с многочисленными природными и техногенными факторами, составляющие большие информационные массивы данных.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета и АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» на темы: 49/11 «Исследование природы и закономерностей формирования очагов техногенных катастроф (горных ударов) на золотодобывающем руднике Зармитан» и 37/11 «Научные основы маркшейдерского обеспечения рациональной, комплексной, безопасной разработки МПИ и охраны недр».

**Целью исследования** является совершенствование методики прогнозирования геомеханических процессов, происходящих в горном массиве на стадии проектирования и планирования развития горных работ в сложных сейсмостектонических условиях.

#### **Задачи исследования:**

изучение современного состояния методов прогнозирования геомеханических процессов при подземной разработке золоторудных месторождений;

оценка условий формирования структурной неоднородности массива горных пород;

исследование напряженно-деформированного состояния вокруг горных выработок;

совершенствование методов прогнозирования динамического проявления горного давления в условиях подземной разработки золоторудных месторождений.

**Объектом исследования являются** геологическая среда, горный массив участков зон золоторудных месторождений Гужумсай и Зармитан, а также изменение полей напряжений в результате ведения горных работ.

**Предмет исследования** – это естественное напряженное состояние массива горных пород и его последствия на проявление горного давления в динамической форме.

**Методы исследования.** При выполнении диссертационной работы использованы комплексные методы исследований по оценке динамического проявления горного давления в массиве горных пород золоторудного месторождения, включающие теоретическое обобщение и экспериментальные исследования геомеханическими методами в лабораторных и промышленных условиях (дискование керна, акустической эмиссии), точечно-пространственное моделирование с использованием метода конечных

элементов (МКЭ).

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

оценены количественные и качественные показатели трещиноватого горного массива на базе модели структурной неоднородности горных пород, учитывающее действие факторов, влияющих на формирование естественных полей напряжений в условиях подземной разработки золоторудных месторождениях;

обосновано, что рудные и породные массивы Зармитанских золоторудных месторождений характеризуются тремя интенсивными системами тектонической трещиноватости, которые предопределяют неоднородность структуры строения горного массива и анизотропию свойств горных пород;

установлены закономерности условий формирования напряженно-деформированного состояния горного массива на глубоких горизонтах рудников Зармитанской золоторудной зоны на базе геодинамического районирования и пространственно-точечного моделирования;

разработана автоматизированная система и совершенствована методика прогнозирования динамического проявления горного давления на глубоких горизонтах рудников месторождений Зармитанской золоторудной зоны.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

обоснованы факторы, влияющие на закономерности формирования естественных полей напряжений в массиве золоторудных месторождений с учетом количественных и качественных характеристик трещиноватости породного массива на базе модели структурной неоднородности горных пород; определено, что формирование сложных полей напряжений в массивах действующих золоторудных месторождений Зармитанской золоторудной зоны происходит на фоне тектонических блочных структур массивов горных пород, в результате действия высоких горизонтальных тектонических напряжений и ориентировки их векторов, которые играют решающую роль в проявлении горного давления в динамической форме в горных выработках разрабатываемых участков золоторудных залежей;

разработаны методы оценки риска промбезопасности при освоении недр на базе пространственно-точечного моделирования с учетом повышенного напряженного состояния на границах тектонических блоков;

предложены алгоритм автоматизированной системы геомеханического мониторинга в условиях рудника Зармитан и методика прогноза устойчивости горного массива в условиях динамического проявления горного давления.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность полученных результатов исследований подтверждается показателями, полученными на практике при оценке геодинамических и геомеханических процессов, проявляющихся в районах горнодобывающих работ в углубленных горизонтах Зармитанских и Гужумсайских золоторудных рудников.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научное значение результатов исследований заключается в выявлении

решающей роли имеющих тектонических напряжений, оценке динамического проявления горного давления в условиях подземной добычи полезных ископаемых в районах Зармитанских золоторудных месторождений, закономерности формирования напряженно-деформированного состояния массива на углубленных горизонтах горных выработок на основе геодинамического районирования и пространственно-точечного математического моделирования и в совершенствовании методов прогнозирования проявления горного давления в динамическом форме в условиях эксплуатации золоторудных месторождений.

Практическая значимость результатов исследований объясняется тем, что применение современных методов оценки структурного строения горных массивов, их геодинамического и геомеханического состояния позволяет прогнозировать проявления горного давления в динамической форме на основе пространственно-точечного математического моделирования с учетом закономерностей формирования полей напряжений в тектонических блоках недр, обеспечивающее требования промышленной безопасности в процессе освоения недр.

**Внедрение результатов исследования.** На основе проведенных исследований методов прогнозирования проявления горного давления в динамической форме при подземной разработке золоторудных месторождений:

внедрены методы оценки напряженно-деформированного состояния массива на золоторудных месторождениях Зармитан, принадлежащих АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» № 23/01-01-07/316 от 05.07.2023 г.). В результате стало возможным заранее применить меры по предотвращению негативных последствий наблюдаемого давления в шахте и оцифровать геомеханический мониторинг месторождений;

внедрена у совершенствованная комплексная методика прогнозирования динамического проявления горного давления в горных выработках на стадии проектирования и планирования горных работ на руднике Гужумсай АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» № 23/01-01-07/316 от 05.07.2023 г.). В результате на каждом руднике созданы необходимые условия геомеханического контроля проявления горного давления в динамической форме в горных выработках и маркшейдерского обеспечения безопасного ведения горных работ, на каждом руднике созданы возможности обеспечения устойчивости горных выработок на 22%.

**Апробация результатов исследования.** Апробация результатов данного исследования проведена на 8 республиканских и 4 международных научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 21 научных работы. Из них 1 монография, 6 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией

Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 3 – в республиканских и 3 – в зарубежных журналах.

**Структура и объём диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 119 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснованы актуальность и востребованность проведенных исследований, определены цель и задачи, объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологической республики, раскрываются научная новизна и практические результаты исследований, изложены рекомендации по внедрению в практику результатов исследований, приведены сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

**В первой главе диссертации «Обзор современного состояния изученности методов прогнозирования геомеханических процессов»** рассмотрены вопросы динамического проявления горного давления, которые за последние десятилетия сформировались в виде актуальной проблемы горной науки и исследовательской практики.

**Основным фактором** по прогнозированию геодинамических явлений является определение техногенного влияния и развития напряженно-деформированных полей при разработке месторождений руд цветных металлов подземным способом.

**Напряжения** в земной коре имеют структуру иерархично-блочного строения, и так как вертикальное напряжение действует повсюду, а ее величина выражается плотностью горных пород и глубиной от дневной поверхности, то иерархичный характер строения поля природного напряжения горного массива обуславливается исключительно тектоническим состоянием. Различают: глобальные, региональные, локальные, частные и точечные рамки основных напряженных зон.

**Помимо горизонтальных и вертикальных напряжений**, в горном массиве также действуют такие факторы как условия образования (генезис) массива, термическое воздействие, физико-механические свойства горных пород, рельеф земной поверхности, влияние подземных и наземных вод воздействующие на образование всеобщего поля напряжений.

**В настоящее время** показатель прочности, как и другие физико-механические характеристики пород, определяемые на образцах, считается величиной случайной, подчиняющейся определенным законам распределения. При этом предполагается, что каждая точка массива горных пород может быть охарактеризована параметрами распределения, полученными из ряда испытаний образцов, при условии, что число испытаний достаточно велико.

**Резюмируя краткий обзор** методов оценки изменчивости факторов

формирующих напряженно-деформированное состояние горного массива, следует подчеркнуть, что выбор того или иного метода оценки, или критерия однородности исследуемого показателя необходимо производить с позиций физического смысла самого показателя. Оценка степени случайности отдельных значений показателя, выявление закономерностей его проявления может быть успешным только при условии проведения тщательного анализа причин изменчивости, степени их воздействия на показатель и степени случайности. Только при этих условиях можно будет выработать принципы и критерии оценки степени однородности показателей пород в каждом конкретном случае.

**Во второй главе диссертации «Оценка условий формирования структурной неоднородности массива горных пород»** анализированы геологические и геодинамические ситуации, гидрогеологические и инженерно-геологические условия разработки золоторудных месторождений.

**Выполнен обзор** проведенных исследований физико-механических свойств пород массива, на основе которого установлены наиболее достоверные расчетные значения, принятые для оценки напряженного состояния массива.

**Обобщены данные**, полученные в процессе лабораторных и натуральных, экспериментальных и производственных испытаний.

**Характерно**, что зоны повышенной трещиноватости приурочены к тектоническим нарушениям и образуют зоны структурного ослабления. На участках поперечной или диагональной ориентировки ослабленных зон к выработанному пространству наблюдаются нарушения значительных блоков пород, отрыв которых происходит по сместителям нарушения, при условии подработки этих зон.

**Характерной особенностью** вмещающих пород месторождения Зармитан является их интенсивная тектоническая нарушенность. При этом с увеличением глубины ведения горных работ степень тектонической нарушенности возрастает. Горные породы ненарушенных зон – скальные, а в зонах тектонических нарушений – полускальные.

**При распределении** и проявлении горного давления в динамической форме трещиноватость горных пород оказывает большое влияние на устойчивость подземных горных конструкций. Комплексные исследования включают в себя определение и статическую обработку элементов залегания трещин, их линейные параметры, расстояния между ними, характер поверхности трещин, описание и анализ случаев сдвижения, обрушения, заколообразования пород и других проявлений горного давления.

**Трещины с более крутым** или обратным падением могут являться границами области сдвигов и местами наиболее вероятных обрушений кровли очистных выработок. При закономерно выраженной трещиноватости можно прогнозировать направление векторов сдвижения и возможные углы разрывов горных пород. Чем сильнее нарушен массив трещиноватостью и больше ее интенсивность, тем ниже прочностные свойства и меньшее значение имеет коэффициент структурного ослабления.

По классификации Пальстрема определялся геологический индекс качества породного массива, который составил от 30 до 17,6 при слабой среднетрещиноватых породах, что соответствует высокому качеству массива. При сильнотрещиноватых породах индекс качества массива составил 6,3.

По условиям проявления, характеру распределения и изменчивости минералогического состава пород, массив может быть подразделен на ряд структур. Основная масса руды на месторождениях Зармитанской золоторудной зоны представлена золотоносными кварцевыми жилами и сульфидными рудами.

В третьей главе диссертации «Методы исследования напряженно-деформированного состояния вокруг горных выработок» приведены методы исследования причин динамического проявления горного давления в горных выработках.

Практика ведения горных работ на рудниках месторождений Зармитанской золоторудной зоны показывает, что руды и породы склонны к хрупкому разрушению при их нагружении и способны накапливать потенциальную энергию при деформировании.

Исследования напряженно-деформированного состояния массива горных пород при эксплуатации месторождений, характерные для регионов, где наблюдаются крупные разломы и горизонтальное сжатие, показали, что при схожих условиях с месторождением Зармитан на глубине 100-200м горизонтальные напряжения составляют в широтном направлении  $\gamma = (3,2-4,0) \mu\text{H}$ , меридианальном  $X = (2,6-2,8) \mu\text{H}$ , вертикальном  $Z = 1,8 \mu\text{H}$ . Исследовано рудное тело месторождения Зармитан при его крутом залегании (под углом  $70^\circ$ ), при выемки запасов системой разработки с магазинированием руды и обрушением налегающих пород.

В горных выработках действующих горизонтов рудников Зармитанской золоторудной зоны методами щелевой разгрузки и искусственной эмиссии оценено напряженное состояние массива горных пород и измерены деформации в кровле и стенках горных выработок (рис 1).

Деформации горных пород измерены по реперам и парным реперам заложённых маркшейдерских профильных линий с периодичностью один раз в квартал.

Контроль геомеханических процессов проводился в наиболее нагруженных участках путем инструментальных измерений деформаций и

напряжений в горных выработках и очистных камерах.

Применение метода щелевой разгрузки позволяет получить информацию о напряжениях на участке около 1 м.

Определены величины горизонтальных напряжений, действующих в горном массиве (вертикальная щель)  $\sigma_v = 15,3 \text{ МПа}$ , в квершлагае 6001, расположенном перпендикулярно рудным структурам, в районе рудного тела 17, гор. 540м, (горизонтальная щель)  $\sigma_h = 3,8 \text{ МПа}$ , в горном массиве (вертикальная щель)  $\sigma_r = 29,1 \text{ МПа}$ .

Для рудника Зармитан фактические вертикальные напряжения массива пород составляют: на горизонте +540м – 10,26 МПа, при объемном весе пород  $\gamma = (0,027, \text{ т/м}^3)$ , и глубине разработки (380 м). На рассматриваемом горизонте, горизонтальные напряжения, направленные по простиранию рудных тел, в 1,4-1,6 раз больше вертикальных. Максимальные напряжения, действующие вкост простирания рудных залежей в 2,5-3,5 раза превышают вертикальные. Это объясняется наличием в массиве значительных напряжений тектонического происхождения, а также перераспределением напряжений за счет оставленных пустот в очистных камерах.

Вариации напряжений на контурах выработок, установленные по результатам экспериментальных исследований: вертикальные напряжения от 3,0 до 4,0 МПа, горизонтальные от 15,0 до 30,0 МПа. Основной причиной такого разброса данных является наличие нескольких систем тектонических трещин и связанное с ними блочное строение скального массива.

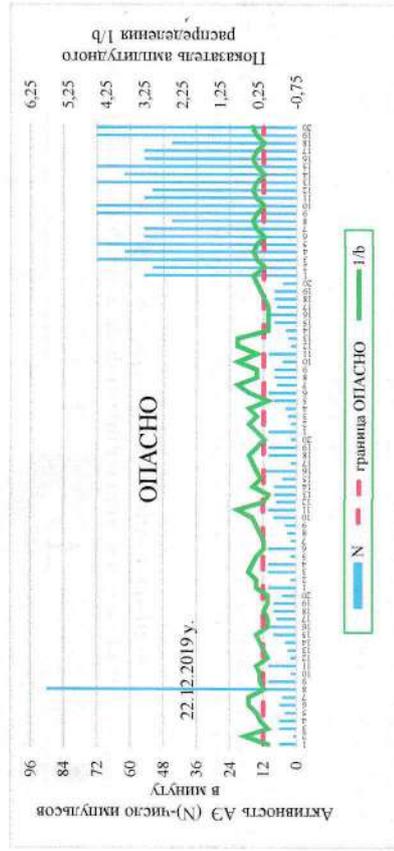


Рис. 2. Поминутный график замеров АЭ в квершлагае горизонта 540 м

Для оценки динамических проявлений горного давления был использован геофизический метод (прибор СБ-32М, Сапфир), который позволяет регистрировать импульсы акустической эмиссии в высокочастотном диапазоне по двум каналам с разными амплитудными уровнями. Для оценки напряженности массива пород по полученным показателям произведен расчет параметров процесса АЭ:

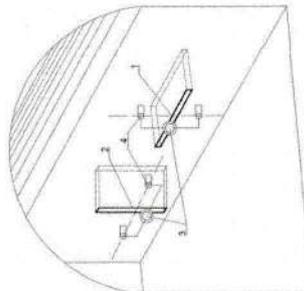


Рис. 1. Схема добуривания разгрузочной щели в массиве:

1-горизонтальная щель, 2-вертикальная щель, 3-микрометр часового типа, 4-репер

- по первому каналу получена средняя активность N015 за 20минутный замер (восемьдесят интервалов по 15 сек);  
 - по соотношению значений в 1 и 2 каналах получен показатель структурного распределения импульсов  $\beta$ .

На основании опыта проведения исследований для рудника Зармитан были приняты установочные критерии категории горного давления по параметрам АЭ. Категория «ОПАСНО» для пород средней крепости соответствует параметрам:  $N015 > 3$ ;  $\beta < 4$ . При дальнейшем проведении замеров были уточнены критерии по отношению участков массива к «ОПАСНЫМ» или «НЕОПАСНЫМ» по горному давлению непосредственно для месторождения Зармитан.

Графически результаты поминутных замеров АЭ приведены на рис. 2, где совмещены четыре замера параметров АЭ, проведенных последовательно на одном участке выработки в противоположных бортах. При последнем замере получена категория «Опасно».

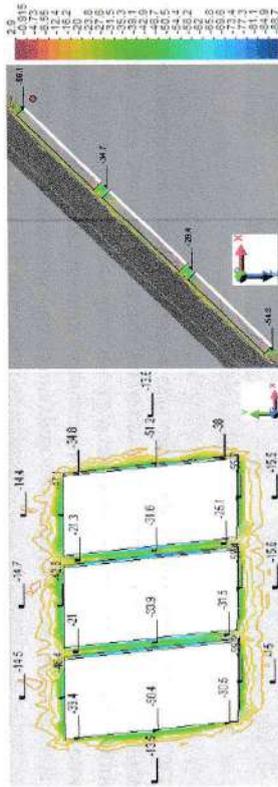


Рис.3. Горизонтальные напряжения вдоль оси X в среднем сечении целиков.  $\sigma_x$ , МПа. Вид сверху и спереди

Практика проведения экспериментов показывает, что основными факторами возрастания динамического проявления горного давления при проходке выработок являются зоны влияния тектонических нарушений и опорного давления очистных работ, концентраторами являются сопряжения выработок, формы междупрековых целиков и сойки выработок.

Далее рассмотрены модельные исследования напряженно-деформированного состояния массива с выемочными блоками при совместном действии сил тяжести и тектоники.

Расчетная схема представлена на рис. 3. Эпюры главных напряжений ( $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ ) в плоскости рудного тела (РТ) показаны на рис. 4.

Как видно из рис. 4, вблизи очистных блоков напряжения заметно возрастают по сравнению с нетронутым массивом. В середине боковых граней вмещающих пород - сжимающие напряжения в 4 раза превышают напряжения удаленных от граней точек. В целиках напряжения являются также сжимающими, увеличиваясь к середине целиков.

Средние значения  $\sigma_x$ , МПа на гравях выемочных блоков

Таблица 1

Название	Блок	Левый	Средний	Правый
Грани	Лев.Бок	-14.7	-16.3	-14.1
	Вис.Бок	-14.8	-15.7	-15.2
	Лев.Бок	-33.4	-42.5	-43.1
Почва	Прав.Бок	-40.9	-42.8	-33.3
	Кровля	-33.2	-34.5	-32.8
	Почва	-34.4	-36.7	-33.1

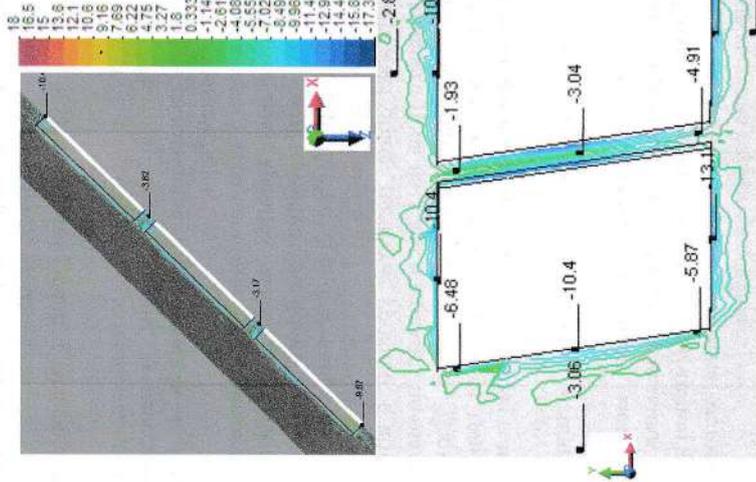


Рис.4. Напряжения вдоль оси Z,  $\sigma_z$ , МПа. Вид сверху и спереди

В срединах потолочин крайних выемочных блоков напряжения сжатия превышают соответствующие значения среднего выемочного блока, достигая 47.1 МПа. Максимум сжатия 88.7 МПа соответствует середине левой грани правого блока. Отношение размера элемента к мощности РТ: 8.2. Поэтому актуальны средние напряжения (табл. 1).

Характерно, что по границам очистных блоков коэффициент запаса меньше 1, а при небольшом удалении от границ возрастает до 2 и более. В точках среднего горизонта в целиках, где наблюдались максимальные напряжения, коэффициент запаса менее 0.5. Исключениями являются потолки и подошвы блоков, наиболее слабые элементы — это целики и боковые границы массива.

Исследованы напряженно-деформированные состояния нетронутого массива при совместном действии сил тяжести и тектонического напряжения сжатия 12 МПа, направленного под углом  $45.5^\circ$  к простиранию РТ и с учетом

трех выемочных блоков в исследуемой зоне. Особенностью такой задачи является то, что мощность выемочного блока почти в 3,3 раза меньше двух его других размеров и в 8,2 раза меньше размера конечного элемента.

Таким образом, выемочный блок подобен узкой щели в массиве и является концентратором напряжений.

Вблизи очистных блоков максимальные горизонтальные напряжения  $\sigma_3$  заметно возрастают по сравнению с нетронутым массивом. В середине боковых граней вмещающих пород - сжимающие напряжения в 4 раза превышают напряжения удаленных от граней точек.

В целиках напряжения являются также сжимающими, увеличиваясь к середине целиков. В серединах потолочин крайних выемочных блоков напряжения сжатия превышают соответствующие значения среднего выемочного блока. Коэффициент концентрации по средним напряжениям составляет: в целиках 3.23, в потолке 2.63, в почве 2.8.

По вертикали потолочина опережает общее поднятие уровней, а почва отстает от него и средняя точка висячего бока на 1 мм опережает поднятие точки лежащего бока. Характерно, что по границам очистных блоков коэффициент запаса прочности  $n < 1$ , а при небольшом удалении от границ возрастает до  $n > 2$ . В точках среднего горизонта в целиках, где наблюдались максимальные напряжения,  $n < 0,5$ .

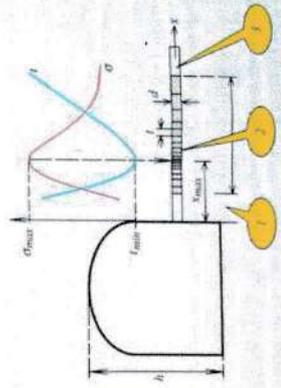
Основной причиной нарушения прочности является величина тектонического напряжения.

В четвертой главе диссертации «Совершенствование методов прогнозирования динамического проявления горного давления в условиях подземной разработки месторождений Зармитанской золоторудной зоны» рассмотрены вопросы совершенствования методов прогнозирования динамического проявления горного давления.

Как известно, метод дискования ядра комплексно характеризует состояние массива. Он связан как с величиной напряжений, действующих в массиве, так и с прочностными свойствами руды (породы), определяющими склонность руд (пород) к хрупкому разрушению ядра на диски, а толщина дисков - это свидетельство уровня напряженности массива.

Толщина дисков  $t$ , зависит от величины напряжений  $\sigma$ , действующих в массиве по нормали к оси скважины, и от диаметра ядра  $d$ . Интенсивность процесса образования дисков и толщины дисков ядра есть результат величины действующего напряжения.

По соотношению толщины дисков к диаметру ядра  $t/d$  по диаграмме, представленной на рис. 6, определяют величину действующих в массиве напряжений в долях от предела прочности породы на одноосное сжатие  $\sigma_{ск}$ . Она является универсальной для всех типов пород, склонных к динамическим явлениям. Максимальные напряжения  $\sigma_{max}$  действуют не на контуре выработки, а на некотором удалении от него на расстоянии  $X_{max}$  за пределами нарушенной зоны.

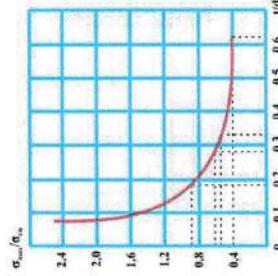


**Рис. 5. Определение по дискованию ядра напряжений от контура выработки:**

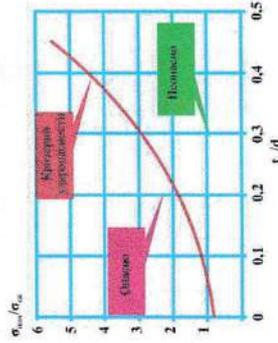
1 - защитная зона нарушенных пород вблизи контура выработки, где отсутствует дискование ядра; 2 - интервал наблюдения дискования ядра; 3 - контрольная скважина

величину относительных напряжений  $\sigma_{max}/\sigma_{ск}$ , действующих в массиве вблизи контура выработки;

- по параметрам  $X_{max}/h$  (где  $h$  - высота выработки) и  $\sigma_{max}/\sigma_{ск}$  наносят точку на диаграмму, показанную на рис. 7.



**Рис. 6. Диаграмма определения максимальных напряжений по дискованию ядра**



**Рис. 7. График оценки критерии опасности**

По положению точки выше кривой или ниже кривой, массиву присваивается категория «Опасно»; или - «Неопасно».

По результатам проведенных буровых работ на рудниках Гужумсай и Зармитан определены параметры  $X_{max}$ ,  $t_{min}$ ,  $t_{min}/d$ .

Поле напряжений нетронутого массива рудников Гужумсай и Зармитан принимается неравнокомпонентным, что объясняется действием тектонических сил.

На основе произведенных исследований определены соотношения действующих в массиве главных напряжений по отношению к вертикальному напряжению для рудников Гужумсай и Зармитан, соответственно:

Алгоритм определения категории опасности следующий:

- глубина  $X_{max}$  по устанавливается по минимальной толщине дисков  $t_{min}$ , на которой в массиве действуют максимальные напряжения  $\sigma_{max}$  (рис 5);
- с помощью диаграммы на рис. 6 по минимальной толщине дисков, отнесенной к диаметру ядра  $t_{min}/d$ , находят максимальную

- главное максимальное горизонтальное напряжение, действующее вкрест простирания рудных структур  $\sigma_1 = 3,23 \cdot \gamma \cdot H$ , МПа,  $\sigma_1 = 1,83 \cdot \gamma \cdot H$ , МПа.
- промежуточное горизонтальное напряжение, действующее по простиранию рудных структур  $\sigma_2 = 2,74 \cdot \gamma \cdot H$ , МПа,  $\sigma_2 = 1,52 \cdot \gamma \cdot H$ , МПа.
- минимальные вертикальные напряжения, действующее в массиве  $\sigma_3 = 1,00 \cdot \gamma \cdot H$ , МПа,  $\sigma_3 = 1,00 \cdot \gamma \cdot H$ , МПа [58, с. 36].

Оценка напряженного состояния массива слагающего Зармитанское золоторудное поле и распределение напряжений, возникающих в горных породах, произведена по методике Хука-Брауна для трещиноватых массивов.

Рассматривались три участка массива по степени трещиноватости: слаботрещиноватые, среднетрещиноватые, сильнотрещиноватые.

В расчетах оценки устойчивости подземных горных выработок использованы современные программные продукты Solidworks 6.0 - которые могут быть использованы для сравнительного анализа прочностных характеристик горных пород.

Solidworks - использует метод граничных элементов для того, чтобы вычислить упругое напряжение и смещения в породе вокруг горных выработок.

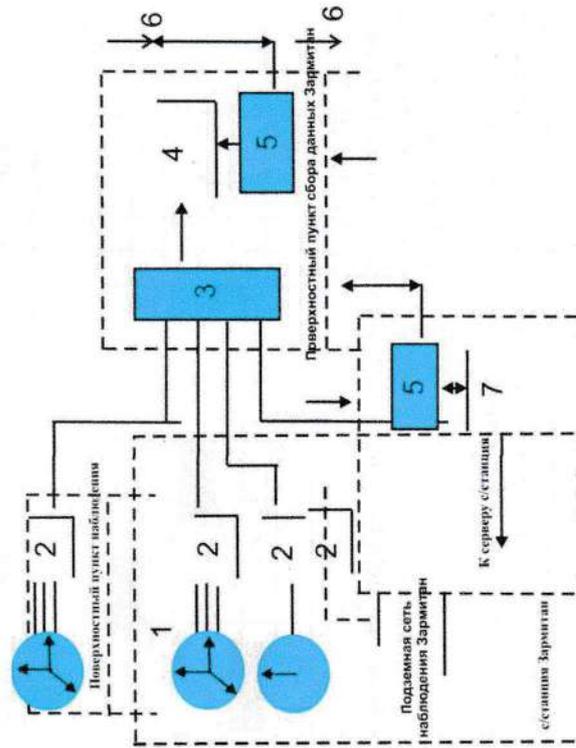


Рис. 8. Структурная схема многоканальной аппаратуры

1. Геофоны.
2. Подземные блоки телеметрической аппаратуры.
3. Блок сбора телеметрической информации.
4. Аппаратура селекции и накопления сейсмосигналов.
5. Приемно-передатчик.
6. Антенна.
- 7-ПЭВМ

Для определения сцепления блоков - отдельностей массива между собой

использованы параметры GSI.

Для трещиноватых массивов по этой методике определялись критерии массива  $mb$ ,  $z$  и  $a$ , также сцепление  $C_m$  и угол внутреннего трения  $\varphi$  (параметры Кулона-Мора), в области применения горных выработок или очистных камер.

Рассчитанные по методике соотношения между главными горизонтальными и гравитационными напряжениями использовались для создания геомеханических моделей на горизонтах +540м, +480м и +420м. Геомеханическое состояние рассматриваемых участков изучалось на компьютерных моделях, созданных с помощью программы Solidworks. Определялось напряжение на контурах горных выработок и отработанных очистных камерах. Устойчивость массивов в обнажениях определялась по величинам смещений на контурах исследуемых выработок и камер. Полученные величины напряжений на контурах и смещений сравнивались с допустимыми, определяемыми в соответствии с прогнозным данными, что показало удовлетворительную сходимость.

Для обеспечения оперативного контроля состояния массива на руднике предлагается создание двухуровневого микросейсмического и сейсмоакустического мониторинга геомеханической опасности рудных полей месторождения.

Подземная телеметрическая сеть наблюдения (от 8 до 11 сейсмических павильонов) должна осуществлять регистрацию микросейсмических и сейсмоакустических явлений, возникающих в контролируемых участках массивов горных пород рудных полей месторождения и обеспечивать непрерывную передачу сейсмической информации по кабельным линиям связи на поверхностный пункт сбора. Поверхностный (низкочастотный) пункт наблюдения обеспечивает регистрацию внешних сейсмических воздействий и телеметрическую передачу сейсмических сигналов на пункт сбора (рис. 8).

На пункте сбора собирают поступающую телесейсмическую информацию. На здании администрации рудника Зармитан рекомендуется установить цифровые приемопередатчики одноименной сейсмостанции и их антенно-фидерные устройства.

На сейсмостанции на основе программного обеспечения организовывается автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора - интерпретатора. На пункте сбора также проводится построение карт сейсмических явлений и карт микросейсмической и сейсмоакустической активности шахтных полей.

Автоматическая система наземного комплекса филиала обеспечивает регистрацию широкополосных микросейсмических и сейсмоакустических сигналов, возникающих при динамических явлениях горного давления в массиве горных пород.

Автоматическую двустороннюю связь аппаратуры селекции и накопления сейсмической информации обеспечивает специальное ПО радиointерфейса по запросу оператора.

Математическое обеспечение включает совокупность программ,

описаний и инструкций, обеспечивающих функционирование системы в соответствии с целевым назначением.

Программное обеспечение реализует мультипрограммный режим работ с приоритетной системой прерываний по внешним запросам от входных сигналов, обработку информации в реальном времени, возможность решения в фоновом режиме специальных задач по анализу информации, накопленной в запоминающих устройствах.

Для прогнозирования опасных проявлений горного давления в работе применен геоакустический метод, основанный на регистрации параметров акустической эмиссии (АЭ) в диапазоне частот 0,2...20 кГц.

Предложена цифровая геоакустического мониторинга «Prognoz ADS» (рис 9).

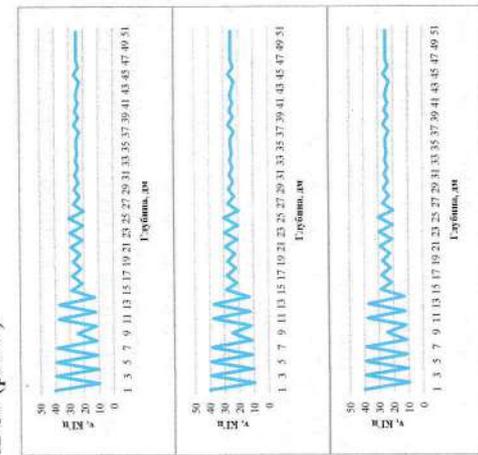


Рис. 9. Регистрирование системой «Prognoz-ADS» в удароопасном массиве горных пород локационной серии акустического события

позволяет решать задачи оперативного и перспективного планирования развития горных работ, и более обоснованно применять профилактические мероприятия по предотвращению опасности при динамическом проявлении горного давления на глубоких горизонтах горных работ разрабатываемых месторождений Зармитанской золоторудной зоны.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам на тему «Совершенствование методики прогнозирования геомеханических процессов, происходящих на подземных рудниках месторождений Зармитанской золоторудной зоны»

получены следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость.

1. Основными факторами условий формирования проявления горного давления в динамической форме в приоритетном порядке являются: естественные напряжения в массиве горных пород; структурная неоднородность горного массива; напряженно-деформированное состояние горного массива вокруг горных выработок; физико-механические свойства горных пород в массиве; трещинно-тектоническое состояние массива горных пород; минералогический состав и содержание полезных и вредных компонентов в руде, которые могут быть объединены в показателе коэффициента структурного ослабления горной породы.

2. Структурная модель, принятая за основу изучения и оценки механических свойств массива горных пород, обусловлена результатами проявления совокупности всех геологических факторов, содержащая три породные структуры, различающиеся как по характеру распределения в них основных минералогических ассоциаций, так и по их количественным показателям.

3. Разработан методический подход геомеханической оценки состояния, горного массива состоящий из трех этапов:

Первый – построение инженерно-геологической модели месторождения заключающаяся в комплексном анализе геологических условий, физико-механических свойств пород и начального напряженного состояния массива, второй – разработка на базе инженерно-геологической модели массива геомеханической модели, заключающейся в обобщении исходных инженерно-геологических, геомеханических и прочих информаций и третий этап физическое или математические моделирование в зависимости от характера решаемой задачи.

4. Геодинамическим моделированием с оптико-поляризационным методом по выявлению тектонически напряженных зон на месторождении Чармитан были получены следующие результаты:

-участки сопряжений и пересечений разломов и других геологических структур являются зонами концентрации тектонических напряжений. Разгрузка напряжений обычно отмечается вдоль отдельных разломов, где встречаются зоны в виде удлиненных линз, а также во внутренних частях отделенных от разломов блоков;

- несмотря на сложные тектонические схемы рудного поля в отдельных блоках, центральная часть площади остаётся тектонически ослабленной.

5. На рудниках эксплуатируемого месторождения Зармитанской золоторудной зоны зафиксированными формами проявления горного давления являются: обрушения межблоковых и межэтажных целлюлов, породных прослоев на участках сближенных рудных тел, вывалы вмещающих пород в выработанном пространстве, деформации стенок шупуров и скважин, стреляние, трески, шелчки при проходке горных выработок микро и макро-горные удары.

Установлено, что с увеличением глубины горных работ создаются условия для формирования повышенного опорного давления как в статической, так и в динамической форме.

6. Экспериментально доказано, что основными факторами возрастания динамического проявления горного давления при проходке горных выработок являются зоны влияния тектонических нарушений и опорного давления очистных работ в выемочных камерах и работы по частичной выемке межкамерных целиков.

7. Определено, что при наличии действия неотектонических движений и сейсмотектонической активности направление тектонически сжимающих и растягивающих напряжений в массиве горных пород рудника Зармитан ориентировано в северо-восточном направлении и вертикальная составляющая напряжений в 2,5-2,8 раза превосходит расчетные, а горизонтальные превосходят вертикальные напряжения в 1,3-1,4 раза.

8. Экспериментально подтверждено, что полученная по дискованию керна информация является комплексной характеристикой горного массива, отражающая как прочностные свойства руды и породы так и степень их хрупкости, а также величину напряжений в массиве. Чем больше действующие напряжения, тем интенсивнее процесс образования дисков керна.

9. Предложена автоматизированная система непрерывного контроля напряженного состояния массива горных пород и методика прогноза динамического проявления горного давления на рудниках по добыче золоторудных месторождений, использование которых служит геомеханическому обеспечению рационального и безопасного недропользования при эксплуатации месторождений Зармитанской золоторудной зоны.

10. Внедрение автоматизированной системы прогнозирования геомеханических процессов на рудниках в золоторудных районах Зармитана послужит совершенствованию методов геомеханического мониторинга и поможет перевести горнодобывающие предприятия в цифровую экономику.

**KHAKBERDIEV MUZAFFAR RUSTAMKUL UGLI**

**IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGY FOR FORECASTING  
GEOMECHANICAL PROCESSES OCCURRING IN THE MINES OF THE  
DEPOSITS OF THE ZARMITAN GOLD ORE ZONE**

04.00.17 – Physical processes in mining

**ABSTRACT  
OF THE DISSERTATION DOCTOR OF PHILOSOPHY (PHD) IN  
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2024

The theme of doctor of philosophy (PhD) of technical science dissertation was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under number № B2023.4.PHD/T2807.

The dissertation has been prepared at the Tashkent state technical university.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the website of the Scientific Council [www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz) and the Information and Educational portal "ZiyoNet" ([www.ziyo.net/uz](http://www.ziyo.net/uz)).

**Scientific consultant:**

Sayyidkossimov Sayyidjabbor Sayyidkossim ugli  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:**

Nutfulloyev Gafur Subxonovich, doctor of technical sciences, docent

Fatviddinov Asliiddinjon Utkir o'g'li

doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences

**Leading organization:**

Almalyk mining and metallurgical complex joint stock company

The defense of the dissertation will take place on "23" April 2024 at 14:30 o'clock at a meeting of Scientific council PHD.03/31.03.2023.T.03.06 at Tashkent State technical university named after Islam Karimov (Address: 100095, Tashkent, University street, 2. Tel./fax: (+99871) 246-46-00/(+99871) 246-82-42, e-mail: [tadqiqotchi@tdtu.uz](mailto:tadqiqotchi@tdtu.uz)).

The dissertation is registered in Information-resource center (IRC) of Tashkent State technical university (registration number № 380). Address: 100095, Tashkent, University street, 2. Phone: (+99871) 246-46-00, fax: (+99871) 246-82-42.

The abstract of the dissertation was sent out on "3" April 2024 year.  
(register of the dispatch protocol № 3 on "8" February 2024 year).



J.B. Toshov  
Chairman of the Scientific council for awarding of the Scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

T.O. Komilov  
Scientific secretary of the Scientific council awarding scientific degrees, PhD

O.G. Hayitov  
Deputy chairman of the scientific seminar at the Scientific advice on awarding the degree doctor of geological and mineralogical sciences, professor

## INTRODUCTION

### (Abstract of the dissertation of Doctor of philosophy (PhD))

The aim of research work the aim is to improve the methodology for predicting geomechanical processes occurring in the mountain range at the design and planning stage of mining development in difficult seismotectonic conditions

The object of the research the geological environment, the mountain range of the areas of the Guzhumtsai and Zarmitan gold deposits, as well as changes in stress fields as a result of mining operations

Scientific novelty of the research work is as follows:

quantitative and qualitative indicators of a fractured rock mass are estimated on the basis of a model of structural heterogeneity of rocks, taking into account the effect of factors affecting the formation of natural stress fields in the conditions of underground mining of gold deposits;

it is proved that the ore and rock massifs of the Zarmitanskaya gold deposits are characterized by three intense systems of tectonic fracturing, which determine the heterogeneity of the structure of the rock mass and the anisotropy of the properties of rocks;

the regularities of the conditions for the formation of the VAT of the mountain range in the deep horizons of the mines of the Zarmitan gold ore zone on the basis of geodynamic zoning and spatial point modeling are established;

An automated system has been developed and a methodology for predicting the dynamic manifestation of rock pressure in the deep horizons of the mines of the deposits of the Zarmitan gold ore zone has been improved.

Implementation of the research results. Based on the conducted research on methods for predicting the manifestation of rock pressure in dynamic form during underground mining of gold deposits:

methods for assessing the stress-strain state of the massifs have been introduced at the Zarmitan gold deposits owned by JSC Navoi Mining and Metallurgical Combine (reference of JSC Navoi Mining and Metallurgical Company No. 23/01-01-07/316 dated 07.05.2023). As a result, it allowed to apply measures in advance to prevent the negative consequences of the observed pressure in the mine and digitize geomechanical monitoring of deposits;

an improved comprehensive methodology for predicting the dynamic manifestation of rock pressure in mine workings at the design and planning stage of mining operations has been implemented at the Guzhumtsai mine of Navoi Mining and Metallurgical Company JSC (reference of Navoi Mining and Metallurgical Company JSC no. 23/01-01-07/316 dated 07.05.2023). As a result, the necessary conditions have been created at each mine for geomechanical control of the manifestation of rock pressure in a dynamic form in mine workings and surveying to ensure safe mining operations, opportunities have been created at each mine to ensure the stability of mine workings by 22%.

The structure and volume of the thesis. The dissertation work consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 119 pages.

## E'OLON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ LIST of PUBLISHED WORKS

### I bo'lim (I часть; part I)

1. Сайидкосимов С.С., Хакбердиев М.Р., Казаков А.Н. Модели полей тектонических напряжений в массиве горных пород в условиях подземной разработки золоторудных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2017. – Спец выпуск. – С. 23-36. (04.00.00. № 15).
2. Kazakov A.N., Khakberdiyev M.R., Rakhimova M.X. Application of four-stage gis technologies for predicting the consequences of dangerous geomechanical processes at tailings dams of processing plants // Technical science and innovation. – Tashkent, 2021. – №2 - С. 92-99. (05.00.00. № 16).
3. Казаков А.Н., Хакбердиев М.Р., Шамсиева Н.М., Изучение трещиноватости горных пород при оценке устойчивости горных выработок // Научно-технический и производственный Горный Журнал Казахстана. – Казахстан, 2021. – №4. - С. 16-18. (04.00.00. № 35).
4. Сайидкосимов С.С., Низамова А.Т., Хакбердиев М.Р. Информационные технологии геомеханического обеспечения безопасного недропользования // O'zbekiston konchilik xabarnomasi. — Navoiy, 2022. – №2(89). - С. 106. (05.00.00. № 7).
5. Сайидкосимов С. С., Казаков А. Н., Хакбердиев М. Р., Рахимова М. Х. Оценка геомеханических условий разработки золоторудного месторождения Чармитан // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2023. – №3. - С. 29–39. (04.00.00. № 15).
6. Markov A., Khasanov A.R., Khakberdiyev M.R., Kazakov A.N., Rakhimova M.X. Evaluation of the stress-strain state of the Kochbulak and Kuzylalima deposits with tectonic stresses included with the finite element method. // Technical science and innovation. – Tashkent, 2022. – №3 - С. 91-98. (05.00.00. № 16).

### II bo'lim (II часть, part II)

7. Сайидкосимов С.С., Казаков А.Н., Хакбердиев М. Р. Анализ напряженно-деформированного состояния горного массива. // Республиканская научно-техническая конференция на тему: «Горно-металлургический комплекс: Достижения, проблемы и перспективы инновационного развития» – Навои, 2016. - С.14-15.
8. Казаков А.Н., Хакбердиев М.Р. Анализ методов и средств прогноза удароопасности // Международная научно-практическая конференция на тему: «Научное и кадровое сопровождение инновационного развития горно-металлургического комплекса». – Алматы, 2017. - С.84-88.
9. Muhitdinov Sh., Khakberdiyev M.R., Kazakov A.N. Assessment of category of the rock burst hazard for the Charrmitan gold deposit. // E3S Web of

Conferences 1. – France, 2019. - pp. 1-5. (№3, Scopus).

10. Сайидкосимов С.С., Низамова А.Т., Казаков А.Н. Закономерности формирования геомеханических процессов при разработке золоторудных месторождений подземным способом. Монография. – Ташкент: Из-во. «Тошкент кимё технологиялари институти» 2020. – С. 171.

11. Khakberdiyev M.R., Kazakov A.N., Muhitdinov Sh., Rakhimova M. Calculation of tectonic stresses in the earth's crust of South Western Uzbekistan. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – England, 2021. – Volume 937. - pp. 1-5. (№3, Scopus).

12. Сайидкосимов С.С., Хакбердиев М.Р., Казаков А.Н. Оценка условий формирования проявлений горных ударов при разработке месторождений Зармитанской золоторудной зоны подземным способом. // Международная I Евразийский горный конгресс. – Навои, 2021. - С. 127-130.

13. Ковалёв Н.В., Казаков А.Н., Хакбердиев М.Р. О состоянии нормативно-технической документации по ведению топографо-геодезических работ на территории Республики Узбекистан. // Международная I Евразийский горный конгресс. – Навои, 2021. – С. 446-450.

14. Sayyidkosimov S.S. Khakberdiyev M.R., Kazakov A.N. Monitoring of geomechanical processes occurring in the mountain mass of golden ore mining. // JournalNX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal. ISSN: 2581-4230. – India, 2021. – pp. 375-382.

15. Sayyidkosimov S.S., Khakberdiyev M.R., Rakhimova M.Kh. Markshading and geodesic monitoring of safe condition of tail dump dams. // JournalNX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal. ISSN: 2581-4230. – India, 2021. – pp. 364-374.

16. Казаков А.Н., Хакбердиев М.Р., Рахимова М.Х. Оценка прочностных свойств массива горных пород применительно к месторождению Кочбулак. // Международной научно-практической онлайн конференции «Формирование интеллектуального капитала в условиях цифровой трансформации: опыт, вызовы, перспективы». – Казахстан, 2022. – Часть 2. - С.

17. Хакбердиев М.Р., Рахимова М.Х., Казаков А. Н., Шамсиева Н.М., Геологическо-маркшейдерское наблюдение с целью обеспечения устойчивости дамб хвостохранилищ МОФ АГМК по характеру протекания геомеханических процессов. // International Journal of Research – India, 2020. Volume, 7 Issue. 4 - p. 908-924.

18. Rakhimova M.X., Khakberdiyev M.R., Shamsieva N.M. Analysis of the most expedient mine surveying and geodetic method for tracking the stability of the tailings dam position. // Technical science and innovation. Tashkent – 2021. №4(10) - pp. 70-78. (05.00.00. № 16).

19. Ковалёв Н.В., Казаков А.Н., Рахимова М.Х., Хакбердиев М.Р. Оценка стабильности положения и состояния дамбы объединённого хвостохранилища комплексными геодезическими способами. // Республиканская научно-техническая конференция на тему: «Горно-металлургический комплекс: Достижения, проблемы и перспективы инновационного развития». – Навои,

2016. - C. 285-291.

20. Kazakov A.N., Khasanov I., Khakberdiev M.R., Maxmadiyev D., Akbarkhonov S. Formation of land use system in Uzbekistan: past and today. // E3S Web of Conferences 443. – France, 2023. ETESD-II 2023 (№3, Scopus).

21. Kazakov A.N., Bobarakhimov B., Muhitdinov Sh., Qurbanov H. Rating assessment of rocks and ores in the conditions of the Kyzyl-alma deposit of Angren mine department. // E3S Web of Conferences 462. – France, 2023. 03028 AFE (№3, Scopus).

Avtoreferat ToshDTU “TEKNIKA FANLARI VA INNOVATSIYA” ilmiy jumali tahririyatida tahrirdan o'tkazildi hamda o'zbek, rus, ingliz (rezyume) tillaridagi matnlar mosligi tekshirildi.

Bosmaxona litsenziyasi:



9338

Bichimi: 84x60 1/16, «Times New Roman» garniturası.

Raqamli bosma usulda bosildi.

Shartli bosma tabog'i: 2.5. Adadi 100 dona. Buyurtma № 28/24.

Guvohnoma № 851684.

«Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.

Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Beruniy ko'chasi, 83-uy.