

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ ВА ИСЛОМ КАРИМОВ
НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.06.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

КАЗАКОВ АЗИЗ НИГМАНОВИЧ

**ОЛТИН РУДАЛИ КОНЛАРНИ ЕР ОСТИ УСУЛИДА ҚАЗИБ
ОЛИШДАГИ ДИНАМИК КЎРИНИШДА СОДИР БЎЛАДИГАН КОН
БОСИМИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ**

04.00.09 – Маркшейдерия

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2018

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

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

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

Казаков Азиз Нигманович

Олтин рудали конларни ер ости усулида қазиб олишдаги динамик
кўринишда содир бўладиган кон босимини тадқиқ қилиш.....3

Казаков Азиз Нигманович

Исследование проявления горного давления в динамической форме при
подземной разработке золоторудных месторождений.....23

Kazakov Aziz Nigmanovich

Study the manifestations of rock pressure in dynamic form with underground
mining of gold deposits.....43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works.....46

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ ВА ИСЛОМ КАРИМОВ
НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.Т.06.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ИСЛОМ КАРИМОВ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

КАЗАКОВ АЗИЗ НИГМАНОВИЧ

**ОЛТИН РУДАЛИ КОНЛАРНИ ЕР ОСТИ УСУЛИДА ҚАЗИБ ОЛИШДАГИ
ДИНАМИК КЎРИНИШДА СОДИР БЎЛАДИГАН КОН БОСИМИНИ
ТАДҚИҚ ҚИЛИШ**

04.00.09 – Маркшейдерия

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2018

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.2.PhD/Т264 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.ndki.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Сайидқосимов Сайиджаббор Сайидқосимович техника фанлари номзоди, доцент
Расмий оппонентлар:	Нурпеисова Маржан Байсановна техника фанлари доктори, профессор Жўраев Даврон Окназарович техника фанлари номзоди, доцент
Етакчи ташкилот:	«Ўзбекистон геотехнология ва рангли металлургия илмий-тадқиқот ва қидирув лойиҳалаш институти» ДУК

Диссертация ҳимояси Навоий давлат кончилиқ институти ва Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.Т.06.01 рақамли Илмий кенгаш асосидаги бир марталик Илмий кенгашнинг 2018 йил «___» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Жанубий кўчаси, 27-уй. Тел.: 0 (436) 223-23-32; факс: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz.

Диссертация билан Навоий давлат кончилиқ институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 210100, Навоий шаҳри, Жанубий кўчаси, 27-уй. Тел.: 0 (436) 223-56-90; факс: 0 (436) 223-00-55.

Диссертация автореферати 2018 йил «___» _____ куни тарқатилди.
(2018 йил «___» _____ даги ___ рақамли реестр баённомаси)

К.С. Санакулов

Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш раиси, т.ф.д, профессор

Ш.Ш. Заиров

Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

Ю.Д. Норов

Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш қошидаги бир марталик илмий
семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда кончилик соҳасининг замонавий тараққиёти, геомеханик ва геодинамик таваккалчилик шароитида, катта чуқурликларда жойлашган мураккаб тузилмалар фойдали қазилма конларини (ФҚК) қазиб олиш билан бевосита боғлиқ. Айнан ФҚКни ер ости усулида катта чуқурликда қазиб олиш жараёнида кон босимини динамик кўринишда пайдо бўлиши туфайли кон зарбаси хавфи туғилади. Кон зарбаси хавфи мавжуд бўлган шароитда кончилик ишларини олиб бориш ва кон зарбасига қарши курашиш 100 йилдан ортиқ тарихга эга бўлишига қарамаздан жараёнга тегишли кўпгина муҳим масалалар ўз ечимини топмаганлиги қазиб олинмаган кон массивидаги мавжуд кучланиш-деформацияланиш ҳолатининг (КДХ) мураккаб тавсифга эга эканлигига боғлиқ бўлиб, унинг шаклланишида кўп сонли ҳисобга олиниши мураккаб бўлган табиий ва техноген омиллар таъсири сабаб бўлади. Кон босимини самарали бошқариш учун муайян руда майдони ҳудудида фойдали қазилмани қазиб олиш шароити ва геодинамик хусусиятларини тўлиқ инобатга олувчи тоғ жинслари массивининг геомеханик ҳолатини назорат қилиш, баҳолаш усул ва воситаларни кўллаш муҳим илмий техник вазифадир.

Бугунги кунда рудниклардаги кончилик ишлари кон массивидаги геомеханик ва геодинамик жараёнлар етарлича ўрганилмаган ҳолда олиб борилмоқда. Жумладан, кон босимининг турли кўринишларда пайдо бўлиши туфайли конларни ўзлаштиришнинг техник иқтисодий кўрсаткичларига салбий таъсир этувчи омилларни ҳисобга оладиган комплекс баҳолаш усули ишлаб чиқилмаган, шунинг учун ҳам, сейсмофаол зоналарда кончилик ишларини олиб боришнинг геомеханик шароити мураккаб ва серқирралигини инобатга олган ҳолда, тоғ жинслари массивининг кучланиш-деформацияланишини комплекс баҳолаш ва фойдали қазилма участкаларининг кон зарбасига мойиллигини прогноз қилиш ишлаб чиқаришнинг долзарб илмий-амалий муаммоси ҳисобланади.

Республикада кончилик саноатига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Тоғ жинслари массивидаги табиий кучланиш ҳолатини геодинамик районлаштириш, тоғ жинслари массивининг геомеханик ҳолатини физик моделлаштириш ва тоғ жинслари массивининг кучланиш-деформацияланиш параметрларини аниқлаш ва ишлаб чиқиш бўйича юқори ютуқларга эришилмоқда. Шу жумладан, олтин рудали конларни ер ости усулида қазиб олишдаги динамик кўринишда содир бўладиган кон босимини тадқиқ қилиш зарур масалалардан бири ҳисобланади. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида¹ ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш ва меҳнат самарадорлигини ошириш бўйича вазифалари белгиланган. Бу борада

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

олтин рудали конларни ер ости усулида қазиб олишдаги динамик кўринишда содир бўладиган кон босимини тадқиқ қилиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 4 мартдаги ПФ-4707 сон «2015-2019 йилларда ишлаб чиқаришни таркибий ўзгартириш, модернизация ва диверсификация қилишни таъминлаш бўйича чоратadbирлар дастури тўғрисида»ги ва 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармонлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII. «Ер тўғрисидаги фанлар (геология, геофизика, сейсмология ва минерал хом ашёларни қайта ишлаш)» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Тоғ жинслари массивининг кучланиш-деформацияланиш ҳолатини баҳолаш, усул ва воситаларни яратиш ва қўллаш борасида Ардашев К.А., Ахматов В.И., Катков Г.А., Влох Н.Н., Рассказов И.Ю., Курсакин Г.А., Грицко Г.И., Кулаков Г.И., Кораблев А.А., Кузнецов Г.Н., Филатов Н.А., Шемякин Е.И., Анцыферов М.С., Анцыферова Н.Г., Каган Я.Я., Болотин Ю.И., Герман В.И., Мансуров В.А., Глушка В.Т., Ямщиков В.С., Ясанский А.А., Турчанинов И.А., Панин В.И., Ривкин И.Д., Запольский В.П., Богданов П.А., Зубков А.В., Курленя М.В., Серяков В.М., Еременко А.А., Оловянный А.Г., Линьков А.М., Сидиров В.С., Фадеев А.Б., Рахимов В.Р., Батугина И.М., Петухов И.М., Williams I., Szwedzicki T., Rossouw P.A., Fourie G.A., Zhang L, Einstein H.H., Tyler W.D., Keskimaki K.M., Stewart D.S., Mawdesley C., Trueman R. Whiten W., Laubscher D.H., La Pointe P.R., Eadie B., Diering T., Butcher R.J. каби ва бошқа олимлар ўзларининг улкан ҳиссаларини кўшганлар.

Тоғ жинслари массивининг геомеханик ҳолати ва кон зарбасига мойиллигини баҳолаш учун қатор усуллар қўлланилади: геомеханик усуллар, улардан энг асосийси бу керннинг дискаланиш усули бўлиб, у таянч усул сифатида тавсия этилади; геофизик усуллар, кон зарбаси хавфини баҳолаш ва назорат қилиш учун истиқболли ҳисобланади; геолого-структуравий усуллар, кучланиш майдонларининг параметрлари тўғрисида энг ишончли ва қимматли информацияни олиш имконини беради.

Кон зарбаси хавфини назорат қилиш ва тоғ жинслари массивидаги кучланишни ўлчаш ва баҳолаш усулларининг таҳлили шуни кўрсатдики, кончилик геомеханикасининг кўпгина масалаларини бевосита коннинг ўзида олиб бориладиган тадқиқотлар натижасида ечиш мушкул. Кон зарбасини назарий тадқиқ қилиш ва геомеханика масалаларининг мувоффақиятли ечимини топиш учун сўнгги йилларда рақамли усуллардан, шу жумладан чекли элементлар усулидан (ЧЭУ) кенг фойдаланилмоқда. Ушбу усуллардан фойдали қазилма конларини қазиб олиш тизимлари ва кончиликнинг муҳим

иншоотлари унсурларининг устуворлигини ҳисоблаш, кончилик ишларининг салбий таъсири туфайли пайдо бўладиган техноген кучланиш майдонларини моделлаштиришда кенг қўлланилмоқда.

Кон зарбаси муаммоларига бағишлаб эълон қилинган маълумотлар таҳлили шуни кўрсатдики, кўпгина муҳим масалалар ҳанузгача ўз ечимини топмаган, қазиб олинадиган тоғ жинслари массивидаги кучланиш-деформацияланиш ҳолати мураккаб тавсифга эга бўлиб, уларнинг шаклланишида турли хил ҳисобга олиниши қийин бўлган табиий ва техноген омиллар иштирок этганлигидир.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университети ва «Олмалик кон-металлургия комбинати» АЖ илмий-тадқиқот режасининг «Олтин рудали конларни қазиб олувчи корхоналарда техноген ҳалокатлар (кон зарбаси) манбасининг шаклланиши ва содир бўлиш қонуниятларини тадқиқ қилиш» (2010-2013 йй.) ва «Кочбулоқ конидаги кон зарбаси манбаларининг табиати ва пайдо бўлиш қонуниятларини тадқиқ қилиш» (2010-2013 йй.) мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади кончилик ишларини лойиҳалаш босқичида тоғ жинслари массивининг кон зарбасига мойиллигини прогноз қилишнинг комплекс усулини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

кон зарбасига мойил бўлган конлардаги руда ва тоғ жинслари массивининг геомеханик ҳолатига таъсир этувчи асосий омилларни аниқлаш;
тоғ жинслари массивидаги табиий кучланиш ҳолатини геодинамик районлаштириш усулида баҳолаш;

тоғ жинслари массивининг геомеханик ҳолатини физик моделлаштириш негизида баҳолаш;

олтин рудали конлар зонасидаги тоғ жинслари массивининг кучланиш-деформацияланиш параметрларини экспериментал тадқиқ қилиш;

геомеханик ва геодинамик характеристикаларнинг тўпламини инобатга олган ҳолда, тоғ жинслари массивининг кучланиш-деформацияланишининг математик моделини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида геологик муҳит, Кочбулоқ ва Қизиллма олтин рудали конлар участкаларидаги тоғ жинслари массиви ҳамда кончилик ишларини олиб бориш натижасида ўзгариб турадиган кучланиш ва деформацияланиш ҳолатлари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети тоғ жинслари массивидаги табиий кучланиш ҳолати ва унинг кон босимини динамик кўринишида содир бўлишига таъсири.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда тадқиқотнинг комплекс усулидан фойдаланилган бўлиб, назарий умумлаштириш, тажриба ва саноат миқёсидаги тадқиқотлар, чекли элементлар усулидан фойдаланилган ҳолда математик моделлаштириш қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

кончилик ишларини лойиҳалаш ва олиб боришдан аввал априор шароитда коннинг кон зарбасига мойиллигини баҳолаш мақсадида блокли структуралардаги тектоник кучланиш майдонини аниқлашнинг структуравий-тектонофизик усули ишлаб чиқилган;

олтин рудали конларнинг дарзлилиқ структурасига тегишли тоғ жинслари массивидаги кучланиш-деформацияланиш ҳолатини аниқлашнинг анъанавий усулларида фойдаланилган ва улардан бири «шелли холислантириш» усули мазкур шароит учун такомиллаштирилган;

олтин рудали конлар зонасидаги участкаларда кон зарбаси учун бехатар бўлган технологияларни қўллашнинг самарали чекли чуқурлиги аниқланган;

чекли элементлар усулини қўллаб, тоғ жинслари массивидаги кучланиш ҳолатини баҳолашнинг математик модели ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

Ўзбекистондаги ҳаракатдаги конларнинг тоғ жинслари массивига тегишли мураккаб кучланиш майдонлари кон массивининг блокли тектоник тузилмаси таъсирида шаклланганлиги исботланган;

юқори даражали горизонтал тектоник кучланиш ва уларнинг векторлари ориентациясининг таъсирини баҳолаш усули ишлаб чиқилган ва сеймотектоник фаол ҳудудлардаги олтин рудали конларнинг қазиб олинаётган участкалари кон зарбаси хавфи бўлган зоналарининг шаклланишида етакчи роль ўйнашлиги кўрсатиб берилган;

тектоник блоklar чегарасидаги юқори кучланиш ҳолатини ҳисобга олган ҳолда геодинамик районлаштириш негизида ер ости бойликларини ўзлаштиришдаги геодинамик усули ишлаб чиқилган;

математик моделлаштириш негизида кон участкаларида кон босимига мойиллигини прогнозлаш усули ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги назарий тадқиқотларнинг етарлича ҳажми билан исботланган бўлиб, шу жумладан, олтин рудали конларни ер ости усулида қазиб олишдаги катта чуқурликларда кончилик ишларини олиб боришда содир бўладиган хавфли геомеханик ва геодинамик жараёнларнинг пайдо бўлишлигини эҳтимолий баҳоланганлиги билан; кўп жинсли кон массивидаги табиий кучланиш майдонлари ва кучланиш-деформацияланиш ҳолатини шаклланиш қонуниятини баҳолаш билан; кончилик ишлари олиб бориладиган ҳудудларда тоғ жинслари массиви устувор бўлмаган участкаларнинг ҳолатини прогнози ва кон лаҳимлари конструкциясини бузилиши, кўчки, тоғ жинсларини тўсатдан қулаб тушишига олиб келувчи кон босимини салбий кўринишида пайдо бўлишига қарши чора-тадбирларни ишлаб чиқилишини асослаш билан тасдиқланди.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти олтин рудали конлар участкаларидаги тоғ жинслари массивида кон зарбаси учун хавфли бўлган зоналарни шаклланишида ҳаракатдаги тектоник кучланишларнинг роли етакчи эканлиги исботланганлиги ва сеймотектоник фаол зоналардаги олтин

рудали конларнинг кон зарбаси учун хавфлилик даражасини прогноз қилишнинг комплекс усулини ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти тоғ жинслари массивининг дарзлилик структураларига нисбатан «шелли холислантириш» усулида кон босимини ўлчаш усули такомиллаштирилганлигидан ва ер қаъридаги тектоник блоklarда кучланиш майдонининг шаклланиши қонуниятларини ўрганиш негизида тоғ жинслари массивининг геомеханик ва геодинамик ҳолатини баҳолаш усулларини қўлланилганлиги билан ифодаланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Олтин рудали конларни ер ости усулида қазиб олишдаги динамик кўринишда содир бўладиган кон босимини тадқиқ қилиш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида:

олтин рудали конларда кон босимини хавфли кўринишда пайдо бўлиши ва кучланиш-деформацияланиш ҳолатини баҳолаш усуллари «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ Ангрен кон бошқармаси Қизилолма ва Кочбулоқ кончилик корхоналарида жорий қилинган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2018 йил 10 апрелдаги ОУ-04151-сон маълумотномаси). Натижада кончилик ишларини беҳатар олиб бориш, ер ости муҳандислик иншоотларининг устуворлигини сақлаш, ер ости транспорти, машина ва кон машиналарнинг тўхтовсиз ишини таъминлаш имконини берган;

ишлаб чиқилган тоғ жинслари массивининг кон зарбасига мойиллигини прогноз қилишнинг комплекс усули «Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖ Ангрен кон бошқармаси Қизилолма ва Кочбулоқ кончилик корхоналарида жорий қилинган («Олмалиқ кон-металлургия комбинати» АЖнинг 2018 йил 10 апрелдаги ОУ-04151-сон маълумотномаси). Натижада бир йилда ҳар бир рудникдаги кон лаҳимларининг мустаҳкамлигини 21,5% таъминлаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 8 та республика миқёсида ҳамда 9 та халқаро илмий-амалий анжуманларда апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 42 та илмий иши чоп этилган, шулардан, 1 та Ўзбекистон Республикаси патенти, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 23 та мақолалар, жумладан 15 таси республика ва 8 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида олиб борилган тадқиқотнинг долзарблиги ва унга бўлган талаб, тадқиқот мақсади ва вазифалари асосланади, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланади, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга қўлланиш бўйича тавсиялар, нашр қилинган ишлар ва диссертация тузилиши келтирилган.

«Кон босимини динамик ҳолда намоён бўлиши бўйича библиографик адабиётлар мониторинги» деб номланган биринчи бобда кон босимини динамик ҳолда намоён бўлишига таъсир этувчи омиллар ва шароитлар таҳлили келтирилган.

Таҳлиллар шуни кўрсатадики, ер қаърининг юқори зоналаридаги кучланиш ҳолати тўғрисидаги тасаввурни ривожлантиришни табиий ва техноген омилларнинг таъсирини инобатга олган ҳолда тоғ жинслари моделларидан фойдаланиш билан боғлиқдир. Ер қаъри юқори қисмидаги табиий кучланишларни ўрганиш шуни кўрсатдики, экспериментал усуллар билан ўлчанган тоғ жинслари массивидаги кучланиш назариядан кескин фарқ қилади. Бир хил чуқурликда жойлашган ҳар қил участкалардаги кучланишлар ҳам йўналиши, ҳам миқдори билан фарқланади. Айниқса бу фарқланиш горизонтал кучланишлар кўрсаткичларида яққол сезилади. Марказий Осиё худудидаги ер қаъри табиий кучланиш ҳолатининг тадқиқи натижалари ҳам ҳар қил участкалардаги кучланишлар бир-бирига ўхшамаслигини кўрсатди. Бу айниқса уларнинг ташкил этувчилари бўлмиш кучланиш векторлари йўналишларининг замон ва макон ўлчов қонуниятларининг ўзгаришида кескин намоён бўлди. Сейсмотектоник фаол тавсифга эга бўлган худудларда тоғ жинслари массивидаги кучланишлар сезиларли трансформацияга эга бўладилар.

С.Г. Авершин, Ш.М. Айтиалиев, И.Т. Айтматов, Ж.С. Ержанов, С.А. Батугин, Н.С. Булычев, Н.П. Влох, Д.М. Казикаев, К.Ч. Кожоголов, М.В. Курленя, Г.А. Марков, И.М. Петухов, М.М. Протодьяконов, К.В. Руппенейт, В.Р. Рахимов, С.С. Саййидқосимов, Н. Хаст, Н.Г. Ялымов ва бошқаларнинг илмий ишлари кон босимининг пайдо бўлиш қонуниятларини ўрганиш ва кон массивининг ҳолатини тадқиқига бағишланган.

Тоғ жинслари массивидаги кучланишни назарий ва амалий ўрганишга И.Т. Айтматов, В.И. Борщ-Компаниец, Г.Н. Кузнецов, М.В. Курленя, Г.А. Марков, И.М. Петухов, И.А.Турчанинов, В.С. Ямщикнов, В.Н. Гусев, М.Б. Нурпеисова ва бошқалар катта ҳисса қўшдилар.

Конларни геодинамик районлаштириш (И.М. Батугина ва И.М. Петухов) усули хилма-хил илмий мактаблар ютуқларини бирлаштирди. Унинг ривожига ТошДТУ геомеханиклар мактабининг ҳам хиссаси бор. Тоғ жинслари массивининг блокларга бўлинганлигини аниқлашда геодинамик районлаштириш усули ҳал қилувчи рол ўйнади.

Диссертациянинг «Қизилолма ва Кочбулоқ конларини геологик, геомеханик ва геодинамик характеристикалари» деб номланган иккинчи бобида Қизилолма ва Кочбулоқ конлари массивининг дарздорлиги ва тузилиш хусусияти, тоғ жинсларининг физик-механик ва кон геологик хоссалари таҳлил қилинган.

Кон массивида кон босимини пайдо бўлишига олиб келувчи асосий омилларга тоғ жинсларининг физик-механик хоссалари, улардаги дарзликлар, кон массивининг тузилиш хусусиятлари, худуд сейсмо тектоникаси, кончилик ишларида олиб бориладиган чуқурлик ва бошқалар киради.

Кон босими содир бўлишига мойил фойдали қазилма конларида тоғ жинсларининг физик-механик хоссаларининг роли кескин ошади. Қизилолма ва Кочбулоқ конларига тегишли асосий тоғ жинсларининг физик-механик хоссаларини тадқиқи натижалари шуни кўрсатдики, руда аралашган тоғ жинслари энг қаттиқ жинс бўлиб, (171,6 МПа), руда аралашмаган атроф тоғ жинсларининг бир ўқли сиқилиш бўйича қаттиқлиги 65 МПа ни ташкил этади. Уларнинг хоссалари ҳам сезиларли даражада ўзгарувчан эмас.

Таранг деформация ва мўрт парчаланишга мойил тоғ жинслари динамик жараёнлар (кон зарбаси) содир бўлиши учун хавfli ҳисобланади. Кочбулоқ конида бу андезитли ва дацитли порфиритлар, метасоматитлар, сиенит-диоритли порфиритлар, лавабречилар, кварц-серицитли метасоматитлар; Қизилолма конида – сиенит-диоритли порфирлар, кварцланган сланецлар.

Тоғ жинсларининг дарзлилиги кон массивининг асосий геомеханик хоссаларидан бири ҳисобланади. Дарзликлик кон массивини алоҳида участкаларининг мустақамлиги, деформацияланиши, кон зарбаси учун хавfliлигига таъсир кўрсатади.

Мазкур участкаларда 45-80⁰ бурчак остида ётган дарзликлар кўпроқ тарқалганлиги қайд етилган.

Дарзликлар асосий тизимининг йўналиши руда танаси йўналиши билан устма-уст тушади.

Тадқиқотлар натижасида Кочбулоқ кони худудида 4 та йирик дарзликлар тизими ва 3 та майда дарзликлар тизими аниқланган. Биринчи турдаги дарзликлар 17% ни ва иккинчиси 83% ни ташкил этади. Йирик дарзликларнинг узунлиги 3,5 м кенлиги 0,1-0,5 м, дарзликлар орасидаги масофа 20-100 см, нисбий дарзликлик коэффециенти $V=3-5$. Майда дарзликлар унчалик катта бўлмаган чизикли ўлчамга эга.

Қизилолмасой кони шароитида 1-1а номли руда танаси худудида дарзликлар ўрганилган бўлиб, иккита гуруҳга ажратилган 4 та дарзликлар тизими аниқланган. Тектоник характерга эга бўлган йирик дарзликлар ва бўлакларга ажратадиган дарзликлар. Тектоник дарзликлар 1 метрга 5 та дан тўғри келади, жадаллиги юқори бўлмасида, чизикли ўлчамлари сезиларли даражада катта, бўлакларга ажралишга сабабчи дарзликларнинг жадаллиги 1 метрга 25-30 тадан тўғри келади.

Кон массивининг табиий кучланиш ҳолати коннинг зарбага хавfliлик даражасини белгилаб берувчи муҳим геомеханик кўрсаткич ҳисобланади.

Ушбу кўрсаткич тоғли ҳудудлардаги конлар учун алоҳида аҳамият касб этади.

Диссертациянинг «**Кон босимининг динамик ҳолда намоён бўлиши ва массивнинг таъбий кучланганлик ҳолатини тадқиқ қилиш**» деб номланган учинчи бобида конларни алоҳида участкаларида зарбага хавфлилик даражасини прогнозлаш ва массивнинг кучланганлик-деформацияланганлик ҳолатини прогноз қилиш учун тадқиқот ишлари келтирилган.

Кон зарбаси хавфи бўлган конларни ўзлаштириш натижаси шуни кўрсатадики, кон зарбаси кўпинча тектоник фаол ҳудудларда жайлашган конларда содир бўлади, чунки уларда тангенциал кучланиш даражаси юқори. Кон босимини самарали бошқариш учун бундай шароитлар кон массивининг геомеханик ҳолатини баҳолаш усуллари муайян руда майдонларининг геодинамик хусусиятини инобатга олиб ишлаб чиқишни тақозо этади.

Бунинг учун геодинамик районлаштириш ва тектонофизик усулларда физик, геомеханик, муҳандислик-геологик тузилган моделлар негизида кон массивининг кучланиш-деформацияланиш ҳолатини прогноз қилиш муҳим.

Қизилолма ва Кочбулоқ рудниклари жойлашган ҳудудларнинг геомеханик ҳолатини баҳолаш мақсадида геодинамик районлаштириш тоғ жинслари массивининг кучланиш-деформацияланиш ҳолати тўғрисида тўлақонли информация берадиган қуролга айланди. Геодинамик районлаштириш кон геомеханикаси ва маркшейдерлик иши илмий тадқиқот институти ва Москва кончилик институти усулида амалга оширилган. Ҳудуднинг блокли тузилиши 1:2000 ва 1:5000 масштабда топографик харитадан фойдаланиб аниқланган. Кочбулоқ рудниги ҳудудида 88 блок ва уларни чекловчи 64 чегара, Қизилолма рудниги ҳудудида 44 блок ва уларни чекловчи 29 чегара аниқланган. Блоклар чегаралари кўпинча ҳар хил чўзиқликга эга бўлган тектоник разломлардан ўтган. Блоклар ўз конфигурацияси, жойлашган баландлиги ва юзаси бўйича геомеханик тавсифланган.

Қизилолма ва Кочбулоқ конларида ўтказилган геологоразведка ва кон лаҳимлари ҳамда ер сиртида ўлчанган блоклар ва разломлар чегараларининг йўналишлари бўйича гулсимон диаграммалар тузилиб, геодинамик районлаштириш натижаларига киритилган.

Ушбу натижалар Марказий Осиё ҳудудида регионал тектоникани олинган тадқиқи билан солиштирганда кўрилаётган мазкур иккита кондаги блокларнинг ориентировкалари чуқур тектоник тузилмалар азимутлари билан устма-уст тушганлиги аниқланган. Бундан келиб чиқадики, иккала кон ҳам чуқурликдаги разломлар таъсири остида бўлиб, тоғ жинслари массиви тектоник структуралар кучланиш-деформацияланиш таъсирида.

Разлом турлари бўйича блок чегараларининг таҳлили кўрсатдики, надвигли структуралар кўпчилик блок чегаралари учун характерлидир. Ер ости иншоотларининг геомеханик ҳолатини баҳолаш нуқтаи назаридан блок чегаралари ва разломларнинг кесишиш бурчаклари энг хавфли зоналар сирасига киради. Блок чегараларининг кесишган жойлари энг хавфли

ҳисобланиб, унинг таъсир доирасидан ташқарида жойлашган ер ости иншоотлари геомеханик таъсир учун хавфсиз ҳисобланади.

Блоклар чегараси кесишган жойлардаги ер ости кон лаҳимларида 3-5 м интервалда мустаҳкамлагичларнинг бузилиши кузатилган. Жойдаги штолняларда максимал деформацияланган зоналар учраган ва кон лаҳими ноустуворлиги сабабли кон лаҳимларини қазиб ўтишга мажбур бўлинган.

Тик қияланиб жойлашган олтин рудали конларнинг алоҳида участкалари учун кон зарбасининг хавфлилик даражасини разведка босқичида ва чуқур жойлашган горизонтларда кончилик ишларини олиб боришдан аввал прогноз қилиш учун оптик-поляризацион моделлаштириш усули маъқул ҳисобланади.

Қизилолма ва Кочбулоқ конларининг кон зарбасига хавфлилигини прогноз қилиш мақсадида Минерал ресурслар институтининг фотомеханик усулда моделлаштириш натижаларидан фойдаланилган бўлиб, улар руда майдонларининг табиий геомеханик ҳолатини баҳолашга мослаштирилган.

Моделлаштириш 1:1000 ва 1:25000 масштабдаги тектоник хариталар асосида амалга оширилган ва асосий усул сифатида руда майдони тектоник ҳолатини белгиловчи узилмалар чегаралаган блок қабул қилинган.

Кочбулоқ руда майдони структурасини моделлаштириш натижаларининг таҳлили шуни кўрсатдики, моделдаги тектоник кучланиш τ нейтрал ҳолатдаги максимал ($\sigma_{\max}=20$ г/см²) қийматгача ўзгариб боради. Қизилолма руда майдонида кучланишнинг тақсимооти баллар ўзгарувчанлиги билан баҳоланиб, $\tau_{\min}=5,5$ г/см² дан $\tau_{\max}=31,0$ г/см² гачани ташкил этади. Қизилолма руда майдони учун максимал уринма кучланишга эга бўлган участкалар бу разломларнинг қовушган ва кесишган жойлари ҳисобланади.

Қизилолма ва Кочбулоқ конлари структураларидаги тектоник кучланишларнинг тақсимооти шуни кўрсатадики тоғ жинслари массивидаги тектоник майдон кучланиши табиий жойлашиш ҳолати билан боғлиқ.

Юқори тектоник кучланиш концентрациясига эга бўлган блоклар ва участкалар чегарасини кончилик ишлари планларига ўтказиш орқали қазииш ишлари бошланмасдан туриб, максимал кучланиш йиғилиб қолган участкаларни аниқлаш имконини берди.

Шундай қилиб, Қизилолма ва Кочбулоқ конларидаги структураси хилма-хил бўлган массивлардаги табиий кучланиш ҳолати майдонининг шаклланиш механизми аниқланди.

Диссертациянинг «**Қизилолма ва Кочбулоқ конларининг кон зарбасига мойиллигини шахта шароитида тадқиқот ишлари билан баҳолаш**» деб номланган тўртинчи бобида Қизилолма ва Кочбулоқ рудникларида массивининг кучланганлик, деформацияланганлик ҳолатини математик моделлаштириш ва зарбага хавфлиликни баҳолаш, тоғ жинслар массивининг таъбиий кучланганлик ҳолатини тажрибалар ўтказиш ёрдамида тадқиқ қилиш келтирилган.

Кочбулоқ конида тоғ жинсларининг кон зарбасига мойиллигини баҳолаш учун кернларни дискланиш усули қўлланилиб, 7 м, 5 м ва 2,5 м

узунликдаги диаметри 59 мм учта бурғикудук 880 м горизонтдаги лаҳимларда қазилган.

Бурғикудукдан бурғиланиб чиқариладиган керндаги диск қалинлиги t ўқ ва радиал кучланишлар нисбати $\sigma_{сж}/\sigma_p$ ўзгармас бўлганда максимал радиал кучланиш σ_{p1} миқдорига боғлиқ.

Қазилган бурғикудукдан олинган керн дискининг қалинлиги шохчалари юқорига қаралган порабола кўринишидаги қонуниятга эга. Бурғикудук бўғзидан минимал қалинликка эга бўлган диск ўртасигача бўлган масофа максимал таянч босим зонасигача бўлган масофага тенг бўлади (1а-расм).

Максимал таянч босим зонасининг ўрни тоғ жинсларининг хилма-хил мустаҳкамлик хоссалари учун $\sigma_{p1}/\sigma_{сж}$ нинг энг катта қиймати бўйича диск қалинлиги ва мустаҳкамлигини инобатга олган ҳолда ўрнатилади ва аниқланади:

$$\sqrt{d/t_{cp}} = (0,54 + 0,1\sqrt{d}) + (0,78 + 0,165\sqrt{d})(\sigma_{p1} / \sigma_{сж}). \quad (1)$$

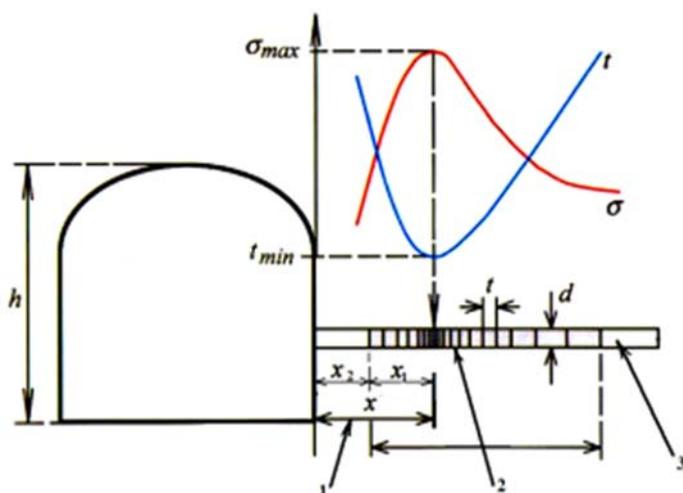
Кон массининг кон зарбаси учун хавфлилиги бир неча бурғикудукларда керн дискланиши бўйича таянч босим максимум зонасида қалинлиги t минимал бўлган бурғикудук учун ҳам аниқланган.

Кон массивининг кон зарбаси бўйича хавфлилик даражаси минимал қалинликка эга бўлган битта бурғикудук бўйича прогноз қилинган.

Тоғ жинслари бузилган зоналарда x_2 керн дискланмайди.

Керннинг дискланиш бошланган зона x_2 ва x_1 зоналар орасидаги чегарани белгилаб беради. t_{cp}/d , x_1 ва x_2 параметрлар бўйича кон массиви участкасининг кон зарбаси бўйича хавфлилик тоифаси аниқланади (1а-расм).

Шуни айтиш керакки, кернни дискланиш усули таянч усул ҳисобланади. Кон зарбасининг содир бўлишини баҳолайдиган мавжуд ва янги қўланиладиган усуллар ҳамда мезонлар мослик бўйича таянч усул билан таққосланиши шарт ва зарур ҳисобланади. Ҳар бир кон учун t_{cp}/d нинг минимал нисбати $t=35$ мм ва $d=59$ мм бўлганда 0,6 га тенг бўлади (1б-расм). Бу ерда t – диск қалинлиги ва d – бурғи қудук диаметри.



1 – керннинг дискланиш бўлмаган кон лаҳими контури яқинидаги парчаланган тоғ жинслари ҳимоя зонаси; 2 – керннинг дискаланиши кузатилган зона; 3 – назорат бурғикудуғи

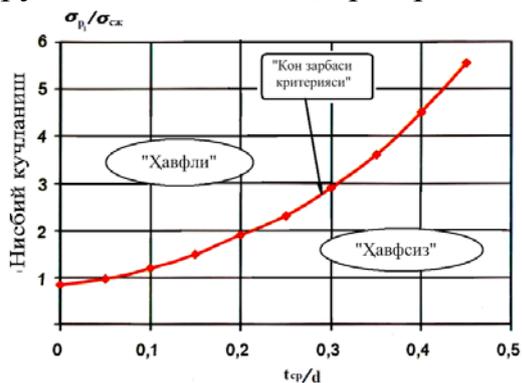
1а-расм. Кон лаҳими контуридан керннинг дискаланганига мавжуд максимал кучланиш жойлашган чуқурликни аниқлаш

Формулага асосан (1) $\sigma_{p1}=21,3$ МПа бўлади, қачонки, $\sigma_{p1}/\sigma_{сж}= 0,17$, $\sigma_{сж}=120$ МПа бўлса (1б-расм).

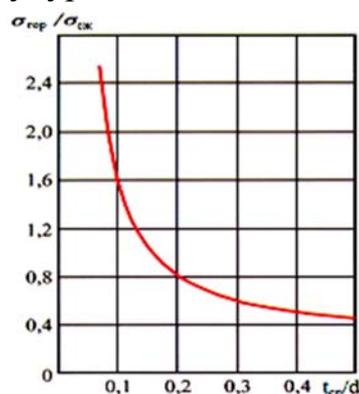
Шундай қилиб, тоғ жинсларининг кон зарбаси бўйича хавфлилик даражаси кўрсаткичлари: $t_{cp}/d=0,6$, $\sigma_{гор}/\sigma_{сж}=0,17$, $x_1/(h+2x_2)=0.33$, 880 м отметкадаги горизонтгача зарба хавфи йўқлигидан далолат беради. Демак, Кочбулоқ конининг 880 м отметкадаги горизонтгача кончилик ишлари кон зарбаси бўйича хавфсиз тоифага киради.

Рудниклардаги кон босимини динамик кўринишида содир бўлиш омилларининг таъсири ва шароитларининг таҳлили шуни кўрсатадики, кон зарбаси хавфи ва бошқа динамик жараёнларга мойил ҳолатлар портлатиш ишларидан кейин, одатда қаттиқ тоғ жинсларидан ташкил топган участкаларда пайдо бўлади. Кочбулоқ рудники шароитида портлатиш ишларининг салбий таъсирини тоғ жинсларининг сейсмоакустик фаоллигига таъсирини аниқлаш учун тажрибалар ўтказилди ва аниқ бўлдики, портлатиш ишларининг сейсмик таъсири кон босимини динамик кўриниши пайдо бўлишига ўз таъсирини кўрсатади.

Экспериментал участка сифатида 930 м отметкадаги горизонтда жойлашган 30-руда танасига тегишли 30-6 блок танланиб рудани портлатиш йўли билан қазиб олишдаги таъсир ўрганилди. Блокда кончилик ишлари рудани магазинлаб қазиб олиш тизимида олиб борилган. Унинг узунлиги 50 м, руда қалинлиги 1 м, ер сиртидан жойлашиш чуқурлиги 285 м.



1б-расм. Кернинг дискланиш бўйича кон массиви участкасининг кон зарбасига хавфлилигини аниқлаш учун номограмма



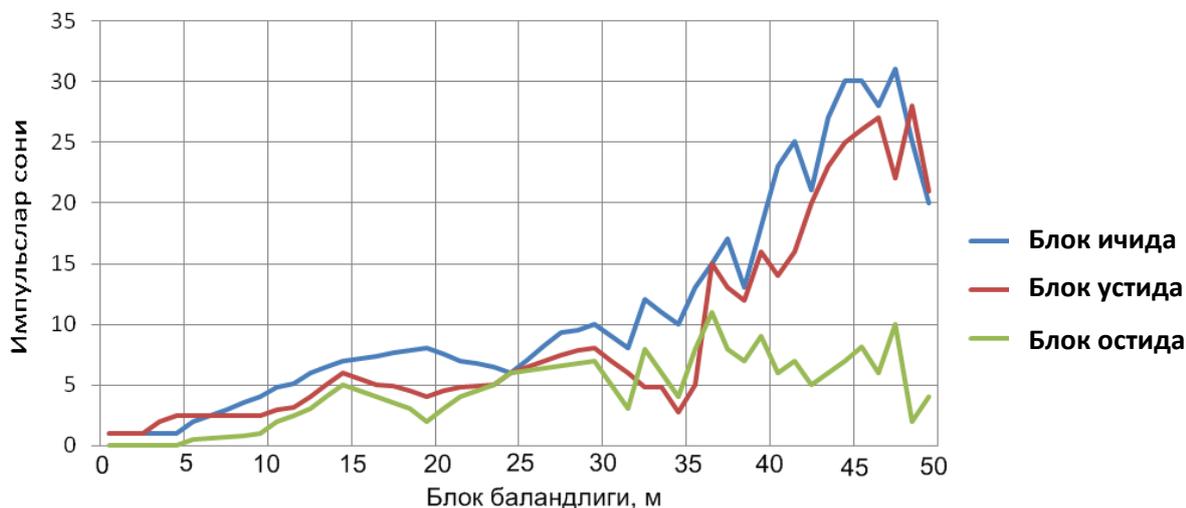
1в-расм. Кон массиви кучланиш ҳолатининг кон зарбасига хавфлилигининг вертикал ташкил этувчисини аниқлаш номограммаси

Кон массивининг акустик эмиссиясини ўлчаш учун «Прогноз-1» сейсмоакустик асбоб ва АЭР акустик эмиссия импульсларини регистратори қўлланилган бўлиб, кон зарбасини тезкор прогноз қилиш масаласи ҳал этилган. Кон массивидаги акустик эмиссия руда қазиб олинадиган кон лаҳимларида ўлчанган. Ўлчаш ишлари блокнинг учта нуқтасида: блок ичида, блок устида ва блок остида бажарилган. Унинг ўзгариш графиги 2-расмда келтирилган.

2-расмдан кўришиб турибдики, кон массивидаги акустик эмиссия уч хил ўзига хос эгри чизиқ билан ифодаланган. Блок устидаги массив учун акустик эмиссия аввалига заиф ўзгаришга эга бўлиб кейин рудани қазиб олиш баландлиги 40 ва ундан ошганда кескин ўзгаради. Бу ўз навбатида қолдирилган ҳимоя целикига бўлган портлатиш ишларининг салбий

таъсирдан далолат беради. Блок массивига σ_2 – нинг камайиши ҳисобига уринма кучланишининг ўсишидан келиб чиқиб, унинг юқори қисмида акустик эмиссия ошади.

$$\tau = f(\sigma_1 - \sigma_2). \quad (2)$$



2-расм. 930 м горизонтдаги В30-6 блокда кон массивидаги акустик эмиссия характеристикаси

Блокнинг пастки томонида $\sigma_1 + \sigma_2$ бўлганлиги сабабли акустик эмиссиянинг ўзгача кўринишга эга бўлиб, импульслар, юкнинг ошганлиги ва портлатилган руда массасининг ошгани сари кескин ўзгармайди.

Шундай қилиб, 36-46 м қазиб олиш интервали энг кучланган участка ҳисобланади. Айнан ушбу баландликга эришганда импульслар сони 5 минут ичида 22-29 тага етади.

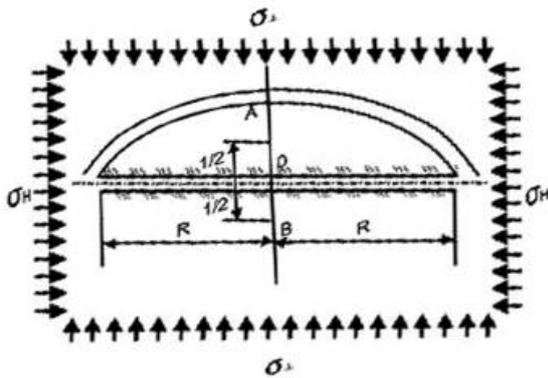
Тоғ жинслари массивининг кучланиш деформацияланиш ҳолати шунингдек «шелли холислантириш» усулида ҳам ўрганилди. Усулнинг моҳияти радиуси 0,3 м бўлган шел ҳосил қилиниб, унинг деворларидаги деформация холислантиришдан аввал ва кейин ўлчанади (3-расм). Шел тегислигига перпендикуляр йўналишда таъсир этувчи кучланиш тенг бўлади.

$$\sigma_{\perp} = U_{AB} E \pi \left[8R - \pi \left(1 - K_{H(\perp)} + \mu K_{H(\parallel)} \right) \right], \quad (3)$$

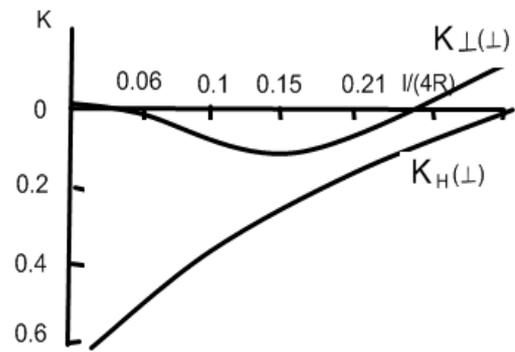
бу ерда U_{AB} – шел ҳосил бўлгандаги A ва B нуқталари орасидаги массив деформацияси, см; E – тоғ жинслари модули, МПа; R – шел радиуси, см; l – A ва B нуқталари орасидаги масофа, см; $K_{H(\perp)}, K_{H(\parallel)}$ – мос равишда шелга нисбатан перпендикуляр ва параллел йўналишлардаги кучланиш концентрацияси, 4-расмдаги графикдан олинади.

Кон зарбаси хавфи бўлган конлардаги кон лаҳимининг ҳолатини баҳолаш учун кон массивининг кучланиш-деформацияланишини аниқлашнинг аналитик, муҳандислик ва экспериментал усуллари қўлланилади.

Мазкур иш доирасида кон зарбасининг хавфли кўринишда пайдо бўлишлигини баҳолашнинг учала усули ҳам қўлланилган.



3-расм. Шелли холислантириш усулида кучланишни аниқлаш схемаси



4-расм. Холислантириш шелининг контур атрофи қисмидаги концентрация K коэффициентининг боғлиқлиги

Мураккаб кон-геологик шароитга эга бўлган кон зарбаси хавфи мавжуд рудали конларни қазиб олишда кон лаҳимларида кучланишни ҳисоблашни ечимини таъминлайдиган кўпгина муҳандислик усуллар мавжуд. Россия фанлар Академияси Урал бўлимига қарашли Кончилик иши институти томонидан таклиф этилган усул кенг тарқалган. Ушбу усулга биноан кон лаҳими контурининг i нуқтасидаги кучланиш қуйидагича аниқланади

$$\sigma_i = \sigma_B K_{Z_i} + \sigma_r K_{X_i}, \quad (4)$$

бу ерда σ_i – кон лаҳими контуридаги i нуқтадаги кучланиш, МПа; σ_B, σ_r – кон массивидаги бирламчи вертикал ва горизонтал кучланишлар, МПа; K_{Z_i}, K_{X_i} – кон лаҳими контуридаги i нуқтада вертикал ва горизонтал кучланишнинг концентрацияси.

σ_B, σ_r нинг қийматларини аналитик усулда ёки жойдаги эксперимент натижасидан аниқлаш мумкин. K_{Z_i} ва K_{X_i} эса маълумотномалардан олинади.

Юқорида қайд этилган усуллар билан Қочбулоқ конининг кончилик ишлари олиб бориладиган учта горизонтида ва Қизилолма конининг иккита горизонтида тоғ жинслари массиви экспериментал тадқиқ қилинган.

Тоғ жинслари массивидаги бирламчи кучланишларни ўлчаш натижаларининг таҳлили қуйидагиларни таъкидлашни тақозо этади:

– конларнинг тоғ жинслари массивида компоненталари тенг бўлмаган кучланиш майдони мавжуд бўлиб, уларда горизонтал сиқувчи кучланиш устувор туради ва уларнинг энг кучлилари субкенглик йўналишига эга;

– кучланиш қиймати маълумотларининг участкаларда тарқалиш қонунияти ҳар хил бўлиб, тоғ жинслари массивининг ҳисобланган кучланиш қийматлари кенг диапазонда сочилган бўлади;

– кон массивидаги кучланишнинг кескин тарқалишига сабаб бу мураккаб тектоник структура, жумладан, дарзликлар ва тектоник бузилишлар билан чегараланган тоғ жинсларининг блоklarга бўлишганлиги ҳамда жойнинг тоғсимон рельефга эгалиги;

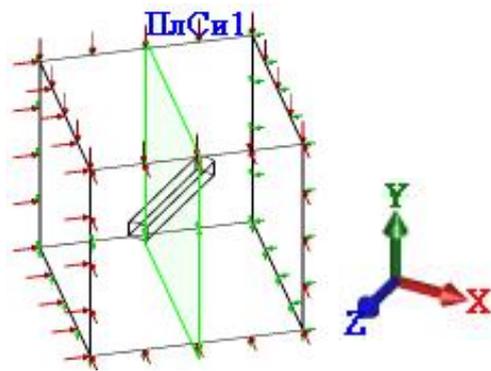
– тоғ жинслари массивидаги, амалдаги вертикал кучланиш тоғ жинслари оғирлигидан ҳосил бўлган гравитацион кучланишга γH тенг. Руда танаси бўйлаб йўналган σ_r – горизонтал кучланиш 1,3-1,4 мартаба вертикал кучланишга нисбатан кичик. Руда танасининг ётиқлик чизиғи бўйлаб пайдо бўлган σ_r кучланиш максимал қийматга эга бўлиб, 1,4-1,5 мартаба вертикал кучланишга нисбатан каттароқ.

Кончилик корхонаси шароитида ўтказилган экспериментлар кўрсатдики, кучланиш тензорининг фазовий ориентацияси кўпгина факторларга боғлиқ бўлсада, тектоник кучлар таъсиридаги табиий кучланишнинг йўналиши улар орасида алоҳида ўрин тутди.

Худуддаги мавжуд юқори даражадаги тектоник кучларнинг таъсири остидаги йўналтирилган табиий кучланиш, рудниклардаги тоғ жинслари массивида кучланиш жамланган зоналарни шаклланишида алоҳида роль ўйнайди.

Қизилолма ва Кочбулоқ конлари массивида ўлчанган максимал горизонтал кучланиш азимути Чотқол-Қурама зонасидаги неотектоник кучланишлар йўналиши билан интерполяция хатолиги чегарасида устма-уст тушади.

Тоғ жинслари массивидаги кучланиш-деформацияланиш ҳолатини (КДХ) чекли элементлар усули (ЧЭУ) билан ўрганиш экспериментал маълумотларни назарий билан таққослаш имконини яратди.



5-расм. Штрёк моделининг схемаси

ЧЭУ қўллашда SolidWorks-Cosmos амалий дастурлар пакетидан фойдаланилди. Унинг асосий ғояси дискрет моделдаги тоғ жинслари силжишини чекли сон билан аниқланган бўлакли узлуксиз функция тўпламига асосланган аппроксимациялашдан иборат ва у қуйидагиларни беради:

– z ўқи бўйлаб оғирлик кучи ва тектоник куч массивга таъсири остида бўлганда тегилмаган тоғ жинслари массивидаги горизонтал кучланишни ҳисоблаш формуласи

$$\sigma_x = \chi \sigma_y + \frac{\nu}{1 - \nu^2} \sigma_t,$$

$$\sigma_z = \chi \sigma_y + \frac{1}{1 - \nu^2} \sigma_t; \quad (5)$$

– кон лаҳими ўқи бўйлаб кон

массивидаги оғирлик кучи ва тектоник куч таъсирида кон лаҳими контурида кон массивидаги горизонтал кучланишни ҳисоблаш формуласи

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \chi\sigma_y, \\ \sigma_z &= \sigma_t + \chi\sigma_y;\end{aligned}\tag{6}$$

– ўзаро β , ($\delta = \sigma_{\text{тш}} / \sigma_{\text{тк}}$) бурчак ташкил этувчи иккита кон лаҳими ўқлари бўйлаб йўналтирилган компоненталарнинг қийматлари ($\sigma_{\text{тш}}=8.91$ МПа, $\sigma_{\text{тк}}=14.69$ МПа), бўйича массивнинг бош тектоник кучланиш векторини горизонтал текисликда ҳисоблаш формуласи

$$\begin{aligned}\varphi &= \arctg \frac{\delta - \cos 2\beta}{\sin 2\beta}, \\ \theta &= \frac{1}{2} \left(\arcsin \frac{1-\delta}{A} - \varphi \right), \\ A &= \frac{1-\nu}{1+\nu} \sqrt{1 - 2\delta \cdot \cos 2\beta + \delta^2}, \\ \sigma_t &= \frac{2\sigma_t \varepsilon}{1 + \nu + (1 - \nu) \cos 2\theta}.\end{aligned}\tag{7}$$

Тектоник кучланишнинг бош вектори қийматларидан бошқа кон лаҳимларининг кучланиш-деформацияланиш ҳолатини баҳолаш учун, аналитик формулалардан эса ўхшаш фойдали қазилма конлари шароитида фойдаланиш мумкин. Бажарилган ҳисоб натижалари жадвалда келтирилган.

жадвал

Параметрлар	δ	ν	A	φ°	θ°	σ_t , МПа
Қийматлар	0.607	0.28	0.783	50.63	10.23	15.03

Чекли элементлар усулини қўллаб амалга оширилган тадқиқотлар кўрсатдики, тектоник кучлар тегилмаган массивларда иккала горизонтал кучланишни ҳам ўзгаришига сабабчи бўлади, вертикал кучланиш эса ўзгаришсиз қолади. Бунда тектоник кучдан ҳосил бўлган распор вертикал силжишни камайишига олиб келади ва ҳаракат озод сирт томон йўналтирилади.

Кон массивида кон лаҳимини ўтилиши унинг чегарасидаги кучланиш майдонини кескин ўзгартиради. Кон лаҳими ўқининг тектоник кучланиш бош векторига нисбатан йўналишига қараб максимал нормал кучланиш қвершлаг учун ўқ йўналишида, штрек учун кўндаланг йўналишида бўлади. Кон лаҳимининг мавжудлиги массивдаги кучланишнинг ўзгарувчанлигига қуйидагича таъсир кўрсатади: σ_x – кон лаҳими шипида 1,43-1,85 маротаба ошиб, унинг пошносида 1,58 маротаба камаяди, кейин 1,06 марта кучайиб, кон лаҳими деворларида холисланади; σ_y - кон лаҳимининг шипида ҳам, пошносида ҳам холисланиб, деворида 1,11 маротаба ошади, кейин 1,82 маротаба камаяди, кон лаҳими деворидан узоқда ўзгармайди; σ_z – шипида 1,07 марта камаяди, кейин 1,08 марта ошади, кон лаҳими пошносида 1,14 марта, деворларда эса 1,11-1,69 марта камаяди. Кон лаҳими шипи ва пошносининг бурчакларидаги нуқталар кучланиш жамланадиган жой бўлиб концентрация

ошади. Тегилмаган кон массивига нисбатан кучланишнинг концентрацияланиш коэффиценти штрёк пошносида бўлади ва у мос равишда ўқлар бўйича x, y, z : 2.9, 3.6, 2.0 ни ташкил этади. Максимал уринма кучланиш τ_{xy} лаҳим кесимининг бурчак нукталарида максимал кўрсаткичга эришади ва штрёк пошносида 15,2 МПа га етади.

Кон лаҳимининг силжишига таъсири қуйидагича ифодаланади: қвершлаг учун – қазиб олинган бўшлиққа қаратилган кичкина кўпчиш-1мм, кичик кўтарилиш ва кичик кўндаланг сиқилиш; штрёк учун – қазиб олинган бўшлиққа қаратилган сезиларли даражадаги кўпчиш 7,7 мм, кичкина чўкиш ва кичкина кўндаланг тортилиш.

Экспериментал тадқиқот натижалари аналитик ҳисоб натижалари билан ўхшашлиги уларнинг корректлигидан далолат беради.

Кон лаҳимларининг кон зарбасига нисбатан қайси категорияга тегишли эканлиги σ_i қиймати бўйича аниқланади:

$$\sigma_i \leq \sigma_{сж}^{об} \cdot K_{уд} , \quad (8)$$

бу ерда $\sigma_{сж}^{об}$ – тоғ жинслари намунасининг сиқилишга қарши чекли мустаҳкамлиги, МПа; $K_{уд}$ – кон зарбаси хавфсизлик коэффиценти.

$K_{уд}$ – кон зарбасига нисбатан қўйилган талаблар йўриқномаси бўйича қабул қилинади: 0,8 ва ундан ортиқ бўлса – I категория – юқори хавфли; 0,7-0,8 – II категория – зарба учун хавфли; 0,6-0,7 – III категория – хавфли эмас.

Кон лаҳимларининг энг хавфли участкалари учун кучланиш ҳисобланиш, кон босимини динамик кўринишда пайдо бўлиш критик чуқурлиги аниқланган ва улар йўл қўйилиши мумкин бўлган қийматлар билан таққосланган.

Йўл қўйилиши мумкин бўлган кучланишни II ва III категорияли кон зарбасини характерловчи $K_{уд}$ ни инобатга олиб аниқлаш тақозо этилади.

Кон зарбаси бўйича критик чуқурлик $H_{кр}$ қуйидагича аниқланади

$$H_{кр} \leq \frac{0.7 \cdot \sigma_{сж}^{об}}{K_3 \gamma (K_{Z_i} + C_{II} \cdot K_{X_i})} , \quad (9)$$

бу ерда C_{II} – ўлчанган горизонтал ва вертикал кучланишлар нисбати; K_3 – массивдаги кучланишнинг нотекис тақсимланишини инобатга олувчи мустаҳкамлик захираси коэффиценти.

K_3 нинг қийматини, замонавий усулларда тоғ жинсларидаги кучланишни ўлчашнинг ўртача хатолигини ҳисобга олган ҳолда 1,3-1,5 тенг қилиб қабул қилиш тавсия этилади.

Мазкур усул билан кон лаҳимларининг учта энг хавфли участкасида кучланиш-деформацияланиш қазиб олиш ишлари таъсиридан холи бўлган зоналарда баҳоланади. Бирламчи маълумотлар сифатида кон массивининг бошланғич кучланиши ва руда ҳамда тоғ жинсларининг физик-механик хоссалари қабул қилинди. Шунингдек, кучланишнинг жамланиш коэффиценти қуйидагиларни ташкил этади:

– кон лаҳими деворида $\theta = 100^\circ$, $K_z = 1,84$, $K_x = -0,81$;

– кон лаҳими шипида $\theta = 180^0$, $K_z = - 0,85$, $K_x = 2,37$;

– кон лаҳими бурчагида $\theta = 140^0$, $K_z = 1,24$, $K_x = 1,80$.

Ҳисоблар натижаси шуни кўрсатдики, энг катта кучланиш ва кон зарбаси учун хавф кон лаҳимининг бурчак қисмига тўғри келади. Тоғ жинсларининг хоссалири ўзгарувчанлиги сабабли, рудани қазиб олишнинг критик чуқурлиги кенг диапазонда ўзгариб боради. Критик чуқурликни баҳолаш учун уларнинг энг хавфли участкалар ва хилма-хил тоғ жинслари учун ўртача кўрсаткичлари қабул қилинди.

Кочбулоқ кони учун критик чуқурлик 400-500 м, Қизилолма кони учун эса 500-600 метрни ташкил этади.

ХУЛОСА

Диссертация бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Кочбулоқ ва Қизилолма конларидаги тоғ жинсларининг таранг деформацияланиш ва мўрт парчаланишга мойиллиги назарий ва амалий асосланган бўлиб, улар кон зарбаси кўринишда пайдо бўлишга хавфли ва потенциал хавфлилик даражасига биноан III тоифага молик.

2. Тадқиқ қилинган рудниклар учун кончилик ишлари олиб борилаётган катта чуқурликларда кон босими разломларнинг кесишган худудларида якка тартибдаги тоғ жинсларининг массивдан ажралиб осилиб қолиши ва унча катта ҳажмда бўлмаган қулаши кўринишида намоён бўлиши билан изоҳланади.

3. Кочбулоқ ва Қизилолма конлар мисолида кон массиви геомеханик ҳолатини баҳолашнинг структурали-блокли усули тавсия этилган.

4. Конлардаги геодинамик хавфни такомиллаштирилган геодинамик усул билан баҳолаш асосланган бўлиб, у кончилик ишларини олиб боришда тезкор ва етарлича ишонч билан кон босимини динамик кўринишда пайдо бўлишини назорат қилиш имконини яратади.

Кочбулоқ ва Қизилолма конлари учун геодинамик районлаштириш хариталари тузилган.

5. Кон массивидаги мавжуд кучланишларни баҳолашга эришилган: руда танаси йўналиши бўйлаб (бўйлама) ва руда танаси йўналишига нисбатан перпендикуляр йўналишда (кўндаланг). Тоғ жинслари массивдаги кучланишнинг нотекис тақсимланганлиги ўрнатилган ва у тектоник мураккаб бўлган дарзликлар билан чекланган тоғ жинслари блокли структураси ҳамда жойнинг тоғли рельефи билан белгиланиши билан изоҳланади.

6. Тектоник хусусиятга эга бўлган кучланишлар максимал қийматга эга эканлиги ва улар аниқланган руда танаси йўналишига нисбатан перпендикуляр йўналишда бўлиб вертикал кучланишга нисбатан 1,4-1,5 мартаба катта.

7. Руда танасининг йўналиши бўйлаб қазиб ўтиладиган кон лаҳимларининг шипидаги кучланиш руда танасининг йўналишига нисбатан перпендикуляр йўналишда қазиб ўтиладиган кон лаҳимидаги кучланишга

нисбатан 2 баробар катталиги аниқланган. Шу сабабдан, руда танаси йўналишига нисбатан перпендикуляр йўналиши баҳоланган.

8. Шахта шароитида кон массивининг кучланиш-деформацияланишининг чекли элементлар усулидаги тадқиқи натижалари ишончли эканлиги исботланган бўлиб, экспериментал ва аналитик усуллар натижаларининг ўхшашлиги олинган ўлчовлар адекват эканлиги тасдиқланган.

9. Кочбулоқ ва Қизилолма конларидаги тоғ жинслари массивидаги сезиларли даражада гравитацион-тектоник кучлар таъсир қилишлиги аниқланган бўлиб, улар кон лаҳимларида кон босимини динамик кўринишда пайдо бўлишлигига олиб келади ва кон зарбаси содир бўлишлиги бўйича (ВНИМИ йўриқномасига асосан) конлар хавфли ҳисобланади. Рудани қазиб олишнинг кон зарбаси хавфи бўйича критик чуқурлиги аниқланган ва у Кочбулоқ кони учун 400-500 м ва Қизилолма кони учун 500-600 м ташкил этади.

10. Сейсмотектоник фаол зоналарда жойлашган олтин рудали конларни қазиб олишдаги кон зарбаси хавфини баҳолаш бўйича услубий йўриқнома «Кончилик иши» йўналиши талабалари учун ўқув жараёнига тадбиқ этиш тавсия қилинади.

11. Тадқиқотлар натижалари Қизилолма ва Кочбулоқ конлари шароитида ишлаб чиқаришга жорий қилинган ва кон лаҳимларининг мустаҳкамлигини 21,5% таъминлашга эришилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
DSc.27.06.2017.Т.06.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ
НАВОИЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ГОРНОМ ИНСТИТУТЕ И
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ им. ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. ИСЛАМА КАРИМОВА**

КАЗАКОВ АЗИЗ НИГМАНОВИЧ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В
ДИНАМИЧЕСКОЙ ФОРМЕ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

04.00.09 – Маркшейдерия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации доктора философии по техническим наукам (PhD)

Ташкент – 2018

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №В2017.2.PhD/T264.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета (www.ndki.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

- Научный руководитель:** **Сайидкосимов Сайиджаббор Сайидкосимович**
кандидат технических наук, доцент
- Официальные оппоненты:** **Нурпеисова Маржан Байсановна**
доктор технических наук, профессор
Жураев Даврон Окназарович
кандидат технических наук, доцент
- Ведущая организация:** **ГУП «Узбекский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт геотехнологии и цветной металлургии»**

Защита диссертации состоится «__» _____ 2018 г. в __ часов на заседании разового научного совета на основе научного совета DSc.27.06.2017.T.06.01.(Адрес: 210100, г. Навои, ул. Жанубий, 27.Тел.: 0 (436) 223-77-11; факс: 0 (436) 223-00-55; e-mail: naviggi@intal.uz, nsmi@gmail.com).

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горного института (зарегистрирован за №2).Адрес: 210100, г. Навои, ул. Жанубий, 27. Тел.: 0 (436) 223-56-90; факс: 0 (436) 223-00-55.

Автореферат диссертации разослан«__» _____ 2018 года.
(реестр протокола рассылки № __ от «__» _____ 2018 г.)

К.С. Санакулов

Председатель Научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

Ш.Ш. Заиров

Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

Ю.Д. Норов

Председатель научного семинара при Научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире современное развитие горнодобывающей отрасли непосредственно связано с разработкой сложно-структурных месторождений полезных ископаемых (МПИ) на больших глубинах в условиях геодинамического и геомеханического риска. Особенно при добыче МПИ подземным способом на больших глубинах проявляется горное давление в динамической форме и возникает опасность горных ударов. Практика ведения горных работ в удароопасных условиях и борьба с горными ударами имеют более чем 100 летнюю историю. Однако многие важные вопросы в настоящее время далеки от разрешения, что обусловлено сложным характером напряженно-деформированного состояния (НДС) разрабатываемых залежей МПИ, в формировании которых участвуют многочисленные трудно учитываемые природные и техногенные факторы. В связи с этим управление горным давлением с применением методов и средств оценки и контроля геомеханического состояния массива горных пород, в полной мере учитывающих особенности геодинамики и условий отработки месторождений в пределах конкретных рудных полей является важной научно-технической задачей.

На сегодняшний день во всем мире горные работы на рудниках ведутся в условиях с недостаточной изученностью геомеханического и геодинамического состояния массива горных пород, отсутствия комплексных методов оценки состояния горного массива, без полного учета особенностей, отрицательно влияющих на технико-экономические показатели разработки месторождения, в виде проявлений горного давления в различных формах. Одним из решений данной проблемы является разработка методов прогнозирования удароопасности участка зон месторождений и оценка напряженно-деформированного состояния массива горных пород в сейсмостектонически активных зонах, учитывающих многообразие и сложность геомеханических условий ведения горных работ.

В республике особое внимание уделяется горной промышленности, в частности разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом. В этом направлении достигнуты значительные успехи, в частности, оценены естественные напряженные состояния горного массива методом геодинамического районирования, геомеханического состояния массивов горных пород на основе физического моделирования и определены параметры НДС для характерных участков массива горных пород. Вместе с тем исследование проявления горного давления в динамической форме при подземной разработке золоторудных месторождений является первоочередной задачей. В Стратегии действий¹ по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы определены задачи по широкому

¹ Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

внедрению в производство энергосберегающих технологий и повышению производительности труда. В связи с этим исследование проявления горного давления в динамической форме при подземной разработке золоторудных месторождений является важнейшей задачей.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-4707 от 4 марта 2015 г. «О программе мер по обеспечению структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства в 2015-2019 гг.» и №УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии республики: VII. «Науки о земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

Степень изученности проблемы. Значительный вклад по созданию и применению методов, и средств оценки напряженно-деформированного состояния массивов горных пород внесли ученые Ардашев К.А., Ахматов В.И., Катков Г.А., Влох Н.Н., Рассказов И.Ю., Курсакин Г.А., Грицко Г.И., Кулаков Г.И., Кораблев А.А., Кузнецов Г.Н., Филатов Н.А., Шемякин Е.И., Курленя М.В., Анцыферов М.С., Анцыферова Н.Г., Каган Я.Я., Болотин Ю.И., Герман В.И., Мансуров В.А., Глушка В.Т., Ямщиков В.С., Ясанский А.А., Турчанинов И.А., Панин В.И., Ривкин И.Д., Запольский В.П., Богданов П.А., Зубков А.В., Серяков В.М., Еременко А.А., Оловянный А.Г., Линьков А.М., Сидиров В.С., Фадеев А.Б., Рахимов В.Р., Батугина И.М., Петухов И.М., Williams I., Szwedzicki T., Rossouw P.A., Fourie G.A., Zhang L, Einstein H.H., Tyler W.D., Keskimaki K.M., Stewart D.S., Mawdesley C., Trueman R. Whiten W., Laubscher D.H., La Pointe P.R., Eadie B., Diering T., Butcher R.J. и др.

Для оценки геомеханического состояния и удароопасности массива горных пород используется ряд методов: геомеханические методы, из них наиболее известным является метод дискования керна, рекомендованный в качестве базового; геофизические методы, которые перспективны для оценки и контроля удароопасности; геолого-структурные методы, позволяющие получить наиболее ценную и вероятностную информацию о параметрах полей напряжений.

Анализируя рассмотренные методы измерений и оценки напряженного состояния и контроля удароопасности, следует отметить, что решить многие задачи горной геомеханики невозможно только натурными исследованиями. Для теоретического исследования горных ударов и решения геомеханических задач в последние годы часто применяются численные методы, в особенности метод конечных элементов (МКЭ). Данные методы используются широко при моделировании техногенных полей напряжений,

обусловленных влиянием горных работ, а также при расчетах устойчивости различных элементов систем разработки и горных выработок.

Таким образом, систематизация и анализ опубликованных данных по проблеме горных ударов показали, что многие важные вопросы в настоящее время не решены, это обусловлено сложным характером НДС разрабатываемых массивов горных пород, в формировании которых участвуют многочисленные трудно учитываемые природные и техногенные факторы.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета и АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» на темы: «Исследование природы и закономерностей формирования очагов техногенных катастроф (горных ударов) на золотодобывающих рудниках» (2010-2013 гг.) и «Исследование природы и закономерностей формирования очагов горных ударов на месторождении Кочбулак» (2010-2013 гг.).

Целью исследования является разработка комплексной методики прогнозирования удароопасности горного массива на стадии проектирования горных работ в геомеханически сложных условиях.

Задачи исследования:

определение основных факторов, влияющих на геомеханическое состояние породного и рудного массивов удароопасных золоторудных месторождений;

оценка естественного напряженного состояния горного массива методом геодинамического районирования;

оценка геомеханического состояния массивов горных пород на основе физического моделирования;

экспериментальные исследования параметров НДС для характерных участков массива горных пород зон золоторудных месторождений;

оценка предельной глубины разработки эффективного применения ударобезопасных технологий добычи;

разработка математических моделей НДС массива горных пород с учетом всей совокупности геомеханических и геодинамических характеристик.

Объектом исследования являются геологическая среда, горный массив участков зон золоторудных месторождений Кочбулак и Кызылалма, а также изменения полей напряжений в результате ведения горных работ.

Предметом исследования: естественное напряженное состояние массива горных пород и его влияние на проявление горного давления в динамической форме.

Методы исследований. При выполнении диссертационной работы использованы комплексные методы исследований, включающие теоретические обобщения и экспериментальные исследования в

лабораторных и промышленных условиях, математическое моделирование с использованием метода конечных элементов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана структурно-тектонифизическая методика изучения полей тектонических напряжений в блоковых структурах в априори с целью оценки удароопасности месторождения до начала проектирования и ведения горных работ;

совершенствованы традиционные способы определения НДС и усовершенствована методика целевой разгрузки определения напряженно-деформированного состояния массива горных пород применительно к трещиноватым структурам золоторудных месторождений;

определена предельная глубина эффективного применения ударобезопасных технологий разработок золоторудных месторождений;

разработана математическая модель по оценке напряженного состояния массива горных пород методом конечных элементов.

Практические результаты исследования заключается в следующем:

доказано, что формирование сложных полей напряжений в массивах действующих золоторудных месторождений Узбекистана происходит на фоне тектонических блочных структур массивов горных пород;

разработана методика оценки действия высоких горизонтальных тектонических напряжений и ориентировки их векторов, которые в регионах со значительной сейсмотектонической активностью играют решающую роль в формировании удароопасных зон в разрабатываемых участках;

разработаны методы оценки геодинамического риска при освоении недр на базе геодинамического районирования с учетом повышенного напряженного состояния на границах тектонических блоков;

разработана методика прогнозирования удароопасности участков зон золоторудных месторождений на базе математического моделирования.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования доказана значительным объемом теоретических исследований, в том числе вероятностной оценкой возникновения опасных геодинамических и геомеханических процессов в районе ведения горных работ на больших глубинах рудников по разработке золоторудных месторождений; оценкой закономерностей формирования полей естественных напряжений и НДС в неоднородных массивах горных пород; прогнозом наиболее ослабленных по устойчивости участков массива горных пород в районе ведения горных работ и обоснованием мероприятий по предотвращению негативных проявлений горного давления в виде внезапного обрушения горных пород, провалов и разрушения выработок.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования обосновывается установлением решающей роли действующих тектонических напряжений в формировании удароопасных зон в массиве горных пород и разработке комплексной методики прогноза степени удароопасности золоторудных месторождений в сейсмотектонически активных зонах.

Практическая значимость результатов исследования характеризуется совершенствованием метода целевой разгрузки применительно к трещиноватым структурам массива горных пород и совершенствовании методики оценки геомеханического и геодинамического состояния массива горных пород на базе раскрытой закономерности формирования полей напряжения в тектонических блоках недр.

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

разработанные методы оценки НДС и прогноза удароопасности золоторудных месторождений внедрены на рудниках Кызылалма и Кочбулак Ангреновского рудоуправления АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» №ОУ-04151 от 10 апреля 2018 г.). В результате созданы возможности по обеспечению безопасного ведения горных работ, сохранности подземных инженерных сооружений и бесперебойной работы горнотранспортных машин.

разработанная комплексная методика прогнозирования удароопасности горного массива на стадии проектирования горных работ внедрена на рудниках Кызылалма и Кочбулак Ангреновского рудоуправления АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» №ОУ-04151 от 10 апреля 2018 г.). В результате на каждом руднике созданы возможности обеспечения устойчивости горных выработок на 21,5%.

Апробация результатов исследования. Апробация результатов данного исследования произведена на 8 республиканских и 9 международных научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 42 научных работ, из них 1 патент Республики Узбекистан, в научных изданиях, рекомендованных для издания основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, изданы 23 статей, в том числе 15 из которых в республиканских и 8 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, рекомендации по внедрению в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе **«Библиографический мониторинг источников по динамическому проявлению горного давления»** проведен анализ условий и факторов влияющих на проявления горного давления в динамической форме.

Анализ показывает, что развитие представления о напряженном состоянии верхних зон земной коры связано с использованием моделей массивов горных пород, учитывающих воздействие различных природных и техногенных факторов.

Измерение естественного напряжения в верхних слоях различных участков земной коры показали значительное отличие напряжений, определенных экспериментальным путем в массиве горных пород от теоретических. Измеренные напряжения на одной и той же глубине в различных участках региона отличаются как по величине, так и по направлению. Особенно это касается величин горизонтальных напряжений. Анализ результатов натурных исследований напряженного состояния земной коры Центрально-Азиатского региона показывает, что поля напряжений в различных участках также значительно отличаются друг от друга. Это заметно в соотношении их компонентов: ориентировки и закономерностей их изменения в пространстве и во времени. Существенную трансформацию претерпевают поля напряжений в породных массивах региона с активной сейсмотектонической характеристикой.

Исследованию естественного состояния массива горных пород, а также установлению закономерностей проявления горного давления посвящены труды многих ученых: С.Г. Авершина, Ш.М. Айталиева, И.Т. Айтматова, Ж.С. Ержанова, С.А. Батугина, Н.С. Булычева, Н.П. Влоха, Д.М. Казикаева, К.Ч. Кожогулова, М.В. Курленя, Г.А. Маркова, И.М. Петухова, М.М. Протодьяконова, К.В. Руппенеита В.Р. Рахимова, С.С. Сайидқосимова, Н. Хаста, Н.Г. Ялымова и др.

Большой вклад в теорию и практику экспериментальных методов исследования напряжений внесли И.Т. Айтматов, В.И. Борщ-Компониец, Г.Н. Кузнецов, М.В. Курленя, Г.А. Марков, И.М. Петухов, И.А. Турчанинов, В.С. Ямщикнов, В.Н. Гусев, М.Б. Нурпеисова и др.

Метод геодинамического районирования недр (И.М. Батугина и И.М. Петухов) объединил достижения различных научных школ, в развитии которого активное участие принимает и школа геомеханики ТашГТУ. Метод

геодинамического районирования стал одним из основных при выявлении и оценке геодинамического состояния блочных массивов горных пород.

К основным факторам, влияющим на проявление горного давления в динамической форме в массиве относятся физико-механические свойства пород, трещиноватость и структурные особенности массива, сейсмотектоника региона, глубина разработки и др.

Во второй главе диссертации **«Характеристики геологических, геомеханических и геодинамических условий разработки месторождений Кызылалма и Кочбулак»** исследованы горно-геологические и физико-механические свойства горных пород, трещиноватость и структурные особенности массива месторождений Кызылалма и Кочбулак.

Роль физико-механических свойств горных пород резко возрастает при отработке удароопасных месторождений. Результаты исследований физико-механических свойств основных разновидностей пород месторождения Кызылалма и Кочбулак показали, что наиболее крепкими являются рудовмещающие породы, прочность которых на одноосное сжатие составляет – 171,6 МПа, а прочность вмещающих пород не превышает – 65 МПа. Изменчивость свойств рудовмещающих пород невысокое.

Горные породы, склонные к упругому деформированию и хрупкому разрушению, являются опасными к проявлению динамических процессов (горных ударов). К таким породам можно отнести: на Кочбулакском месторождении – андезитовые и дацитовые порфириды, метасамотиты, сиенит-диоритовые порфириды, лавобрекчии и кварц-серицитовый метасамотит; на месторождении Кызылалма – сиенит-диоритовые порфиры, окварцованные сланцы.

Одной из важнейших геомеханических характеристик массива является трещиноватость, влияющая на прочность, деформируемость, удароопасность отдельных участков горного массива.

Установлено, что на рассматриваемых участках месторождений в основном преобладают трещины, распространяющиеся под углом 45° - 80° . Направление основных систем трещин, как правило, совпадает с простиранием рудных залежей.

В результате исследований на месторождении Кочбулак выявлено 4 системы крупных трещин и 3 системы мелких трещин. Трещины первого вида составляют 17% от общего их числа, второго вида – 83%. Длина крупных трещин достигает до 3,5 м, ширина 0,1-0,5 м, расстояние между трещинами 20-100 см, коэффициент удельной трещиноватости $\nu=3-5$. Мелкие трещины имеют небольшие линейные размеры.

В условиях Кызылалмасайского месторождения трещиноватость горных пород изучалась в районе рудного тела 1-1а. Анализ результатов исследований позволил выделить 4 систем трещин, входящих в 2 группы: крупные трещины тектонического происхождения и мелкие трещины-отдельности. Тектонические трещины характеризуются небольшой интенсивностью (5 трещин на метр) и большими линейными размерами, а

трещины-отдельности, которым характерны небольшие линейные размеры, имеют значительную интенсивность (25-30 трещин на 1 метр).

Как известно, важнейшей геомеханической характеристикой, определяющей уровень удароопасности месторождения, является естественное напряженное состояние массива. Особое значение этот фактор приобретает для месторождений, расположенных в гористой местности.

Практикой освоения удароопасных месторождений установлено, что горные удары в большей степени проявляются на месторождениях, расположенных в районах с интенсивной тектонической активностью, для которых характерен высокий уровень тангенциальных напряжений.

В третьей главе диссертации **«Исследования естественного напряженного состояния массива и проявления горного давления в динамической форме»** приведены исследования по прогнозированию напряженно-деформированного состояния массива горных пород и степени удароопасности отдельных участков месторождений.

Для эффективного управления горным давлением в этих условиях необходимо разработать методы оценки геомеханического состояния массива, учитывающие геодинамические особенности конкретных рудных полей.

Прогнозирование напряженно-деформированного состояния массива в естественных условиях возможно на базе построенных инженерно-геологических, геомеханических и физических моделей методами тектонофизики и геодинамического районирования.

Для оценки геомеханического состояния района расположения рудников Кызылалма и Кочбулак было проведено геодинамическое районирование - как инструмента, несущего более полную информацию о напряженно-деформированном состоянии массива горных пород. Районирование выполнялось по методике ВНИМИ и МГГУ. Блочное строение было выявлено по топографическим картам масштаба 1:2000 и 1:5000. На территории рудника Кочбулак были выявлены 88 блоков и ограничивающие их 64 границы, а на части территории рудника Кызылалма 44 блока и ограничивающие их 29 границ. При этом границами блока считаются протяженные разломы. Геомеханическая характеристика блоков оценивалась по их конфигурации, высотному положению и площади.

Районирование сопровождалось составлением розы-диаграммы ориентировок границ блоков и границ разломов, выявленные на поверхности и в подземных горных выработках месторождений Кызылалма и Кочбулак геологоразведочными работами.

При сопоставлении этих результатов с данными региональных исследований по тектонике на территории Центральной Азии установлено, что ориентировка границ блоков по вышеуказанным двум месторождениям совпадает с ориентировкой глубинных тектонических структур. Можно констатировать, что оба месторождения расположены в зоне влияния глубоких разломов и горный массив этих месторождений находится в напряженно-деформированном состоянии, зависящим от механизма

деформирования тектонических структур. Анализ распределения границ блоков по видам разломов показал, что наибольшему числу границ блоков соответствуют надвиговые структуры. Опасными зонами с точки зрения оценки геомеханического состояния подземных сооружений являются углы пересечения границ блоков и разломов. К наиболее опасным зонам относятся места пересечения границ блоков, менее опасным – когда подземное сооружение расположено вне зоны влияния границ блоков.

В местах пересечения границ блоков в подземных горных выработках происходило нарушение крепи в интервале от 3 до 5 м. В штольне, расположенной в месте пересечения блоков, наблюдались зоны максимальных деформаций, приводящие к потере устойчивости выработки, что послужило причиной проходки обходной выработки.

Для прогнозирования степени удароопасности отдельных участков крутопадающих жильных золоторудных месторождений на этапе разведки и разработки глубоких горизонтов наиболее приемлемым лабораторным методом является оптико-поляризационный метод моделирования.

С целью прогнозирования удароопасности месторождений Кызылалма и Кочбулак были использованы результаты исследований Института минеральных ресурсов по моделированию методами фотомеханики, которые адаптированы нами к оценке геомеханического состояния рудных полей в естественных условиях.

Моделирование выполнялось на основе тектонических карт масштабов 1:10000 и 1:25000. Основными элементами модели являются блоки и ограничивающие их разрывные нарушения, определяющие тектоническую картину рудного поля. Анализ результатов моделирования структур Кочбулакского рудного поля показал, что в модели формируются тектонические напряжения τ , варьирующиеся от нейтральных до максимальных ($\tau_{\max}=20$ г/см²). В пределах Кызылалмасайского рудного поля распределение напряжений характеризуется бальной контрастностью, от слабых $\tau_{\min}=5,5$ г/см², до сильных $\tau_{\max}=31,0$ г/см². Зонами максимальных касательных напряжений на отдельных участках Кызылалмасайского рудного поля являются участки сопряжений и пересечений разломов.

Распределение тектонических напряжений в структурах Кочбулакского и Кызылалмасайского месторождений показывают, что формирование природно-тектонических полей напряжений в массивах горных пород происходит из-за природного состояния.

Путем переноса границ блоков и участков с высокой тектонической концентрацией напряжений на соответствующие погоризонтные планы горных работ были выявлены участки с максимальной концентрацией тектонических напряжений до начала горных работ.

Таким образом, установлен механизм формирования природных полей естественных напряженных состояний в структурно-неоднородных массивах месторождений Кочбулак и Кызылалма.

В четвертой главе диссертации «**Натурные исследования в шахтных условиях оценки удароопасности месторождений Кызылалма и**

Кочбулак» приведены натурные инструментальные исследования естественного напряженного состояния массива горных пород, оценка удароопасности и математическое моделирование НДС массивов горных пород на рудниках Кызылалма и Кочбулак.

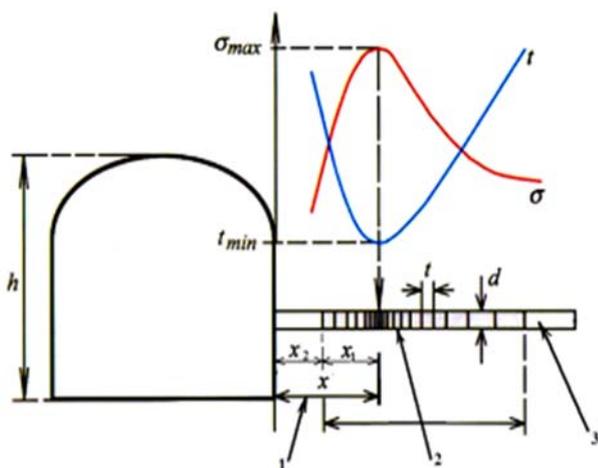
Оценка степени удароопасности горных пород на месторождении Кочбулак производилась по методике дискования керна, на горизонте 880 м, тремя скважинами длиной 7 м, 5 м и 2,5 м, диаметром 59мм.

Толщина выбуриваемых из скважин дисков t при неизменном соотношении между осевыми и радиальными напряжениями $\sigma_{сж}/\sigma_r$ зависит от величины максимальных радиальных напряжений σ_{p1} . Толщина дисков в пробуренных скважинах имеет закономерности в виде параболы, обращенной ветвями вверх. Расстояние от устья скважины до середины участка с минимальной толщиной дисков является расстоянием до максимума зоны опорного давления (рис.1). Положение зоны максимума опорного давления при различных прочностных свойствах горных пород определяется по наибольшей величине $\sigma_{p1}/\sigma_{сж}$, устанавливаемой с учетом средней толщины дисков и их прочности из зависимости:

$$\sqrt{d/t_{cp}} = (0,54 + 0,1\sqrt{d}) + (0,78 + 0,165\sqrt{d})(\sigma_{p1}/\sigma_{сж}). \quad (1)$$

Удароопасность массива при дисковании керна в нескольких скважинах определялась также по скважине с наименьшей толщиной дисков t в зоне максимума опорного давления. Прогноз степени удароопасности проводился только по одной скважине с минимальной толщиной дисков.

В зоне разрушенных пород x_2 дискование керна не наблюдается. Начало зоны дискования керна характеризует границу между зонами x_2 и x_1 . По параметрам t_{cp}/d x_1 и x_2 определяют категорию удароопасности участка горного массива (рис. 1а).



- 1 – защитная зона, где нет дискования керна;
- 2 – интервал, где наблюдается дискование керна;
- 3 – контрольная скважина

Рис. 1а. Определение глубины расположения максимальных действующих напряжений от контура выработки по дискованию керна

Необходимо отметить, что метод дискования керна является базовым. Существующие и вновь вводимые методы и критерии определения степени удароопасности в обязательном порядке должны быть сверены на сходимость с результатами базового метода для каждого месторождения.

Минимальное значение соотношения t_{cp}/d , где $t=35$ мм – толщина дисков, $d=59$ мм – диаметр скважины, составляет 0,6 (рис. 1б).

Согласно формуле (1), значение $\sigma_{p1}=21,3$ МПа, соответственно $\sigma_{p1}/\sigma_{сж} = 0,17$, при $\sigma_{сж} = 120$ МПа (рис. 1б).

Соотношение между расстоянием до зоны концентрации опорного давления (x_1), суммарной величиной высоты выработки (h) и удвоенным расстоянием зоны разрушенных пород (x_2), равно 0,33 (рис. 1в).

Таким образом, показатели степени удароопасности горных пород: $t_{ср}/d=0,6$, $\sigma_{гор}/\sigma_{сж} = 0,17$, $x_1/(h+2x_2)=0.33$ свидетельствует об отсутствии удароопасности до горизонта горных работ 880 м. Это означает, что рудник Кочбулак до горизонта 880 м относится к категории не опасных по горным ударам.

Анализ условий и влияния факторов динамических проявлений горного давления на рудниках показывает, что признаки удароопасности и более склонные динамические процессы в основном происходят после взрывных работ и как правило приурочены к участкам массива с крепкими породами. С целью определения негативного влияния взрывных работ на сейсмоакустическую активность пород были проведены экспериментальные исследования в условиях рудника Кочбулак. Они показали, что сейсмическое воздействие взрывных работ существенно способствует проявлению горного давления в динамической форме.

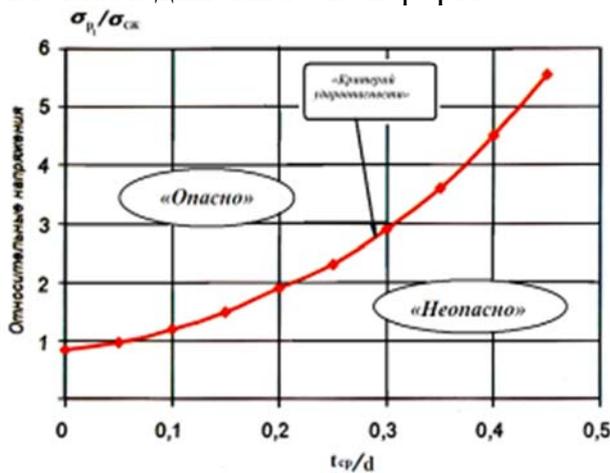


Рис. 1б. Номограмма для определения удароопасности участков массива по дискованию зерна

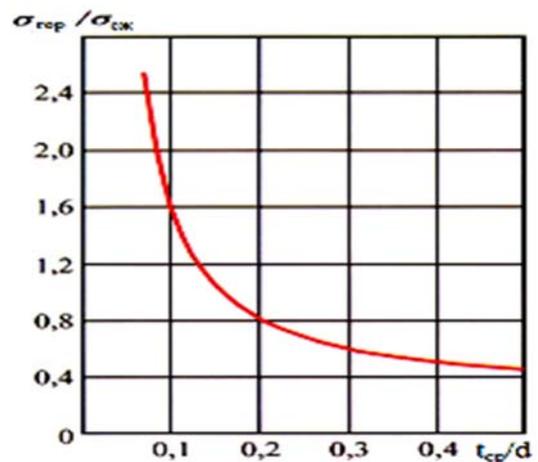


Рис. 1в. Номограмма для определения удароопасности вертикальной составляющей

В качестве экспериментального участка для выявления влияния взрывной отбойки при добыче был выбран блок 30-6 рудного тела 30, горизонта 930 м. Данный блок отрабатывается системой разработки с магазинированием руды: длина блока 50 м, мощность рудного тела 1 м, глубина от земной поверхности 285 м.

Для проведения замеров акустической эмиссии горного массива использовались сейсмоакустический прибор «Прогноз-1» и регистратор импульсов акустической эмиссии АЭР, предназначенные для оперативного прогноза степени удароопасности. Акустическая эмиссия горного массива измерялась в очистных выработках. Замеры проводились в трех точках

блока: в самом блоке, над блоком и под блоком и характеризуется графиком, приведенным на рис. 2.

Как видно из рис.2, акустическая эмиссия массива имеет характерные кривые трех видов. Показатели акустической эмиссии массива над блоком вначале имеет слабый скачок, а затем резко возрастает с увеличением высоты отбойки 40 и более метров, что связано с ростом воздействия взрывных работ на оставшийся целик. Исходя из тенденции увеличения касательных напряжений в массиве блока за счет снижения σ_2 в его верхней части число импульсов акустической эмиссии возрастает

$$\tau = f(\sigma_1 - \sigma_2). \quad (2)$$

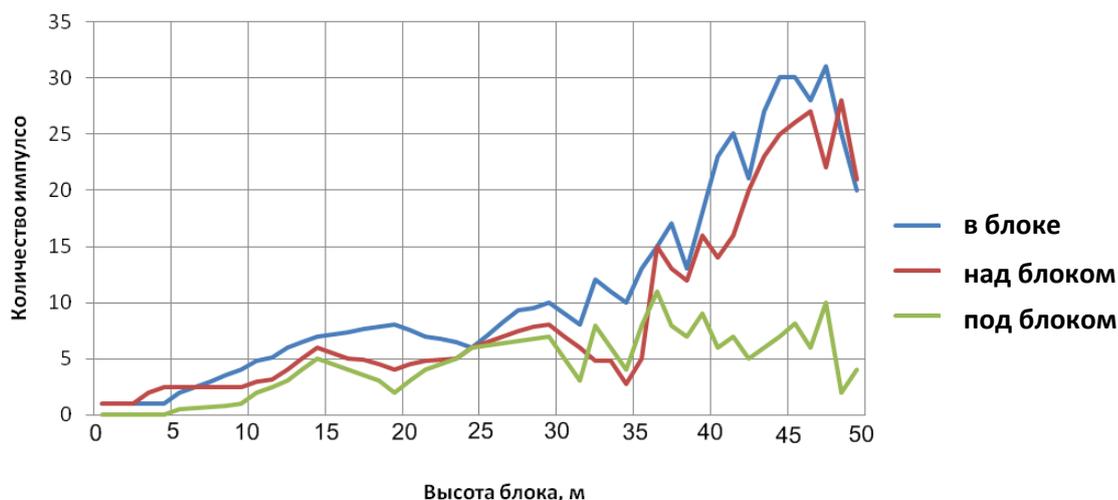


Рис. 2. Характеристики акустической эмиссии горного массива в блоке В30-6, гор.930 м

В нижней части под блоком наблюдается обратная картина, т.е. $\sigma_1 + \sigma_2$, где импульсы имеют менее резкие скачки за счет возрастания нагрузки и постоянного увеличения объема взорванной руды.

Таким образом, наиболее напряженным участком является интервал отбойки 36-46 метров. При достижении этой высоты в блоке количество импульсов достигло 22-29 за 5 минут.

Исследование напряженно-деформированного состояния массива горных пород также производилось методом щелевой разгрузки. Сущность метода заключается в образовании щели радиусом 0,3 м и измерении деформации ее стенок на щель до и после разгрузки (рис. 3). Величину напряжений, действующих перпендикулярно к плоскости щели, определяют по формуле

$$\sigma_{\perp} = U_{AB} E \pi / [8R - \pi(1 - K_{\parallel(\perp)} + \mu K_{\parallel(\perp)})], \quad (3)$$

где U_{AB} – деформация массива между точками А и В после образования щели, см; E – модуль упругости породы, МПа; R – радиус щели, см; l – расстояние между точками А и В, см; $K_{\parallel(\perp)}, K_{\parallel(\perp)}$ – концентрации напряжений σ_{\perp} в направлениях перпендикулярно и параллельно щели соответственно, которые определяются из графиков на рис. 4.

При оценке состояния горных выработок на удароопасных месторождениях широко применяются аналитические, инженерные и экспериментальные методы определения напряженно-деформированного состояния массива.

В рамках данной работы использованы все три метода оценки удароопасности.

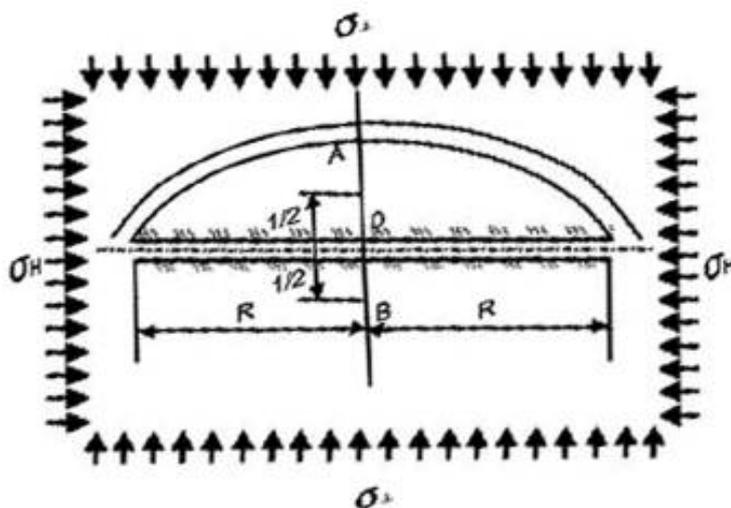


Рис. 3. Схема определения напряжений методом щелевой разгрузки

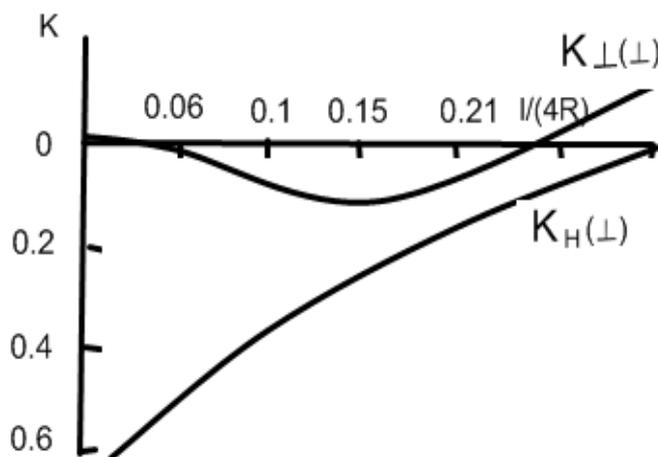


Рис. 4. Зависимости коэффициентов концентрации приконтурной части разгрузочной щели K

Известно множество инженерных методов решений по расчету напряжений в горных выработках в условиях разработки удароопасных рудных месторождений со сложными горно-геологическими условиями. Наиболее широко распространенным способом является методика предложенная ИГД УрО РАН.

Согласно данной методике напряжение в точке i контура выработки следует определить из выражения

$$\sigma_i = \sigma_B K_{Z_i} + \sigma_r K_{X_i}. \quad (4)$$

где σ_i – напряжение в точке i контура выработки, МПа; σ_v, σ_r – первоначальные вертикальные и горизонтальные напряжения в горном массиве, МПа; K_{z_i}, K_{x_i} – коэффициенты концентрации вертикального и горизонтального напряжений в точке i контура выработки;

Значения σ_v, σ_r можно определить аналитически или по данным натурных измерений. Величины K_{z_i} и K_{x_i} определяются по табличным данным.

По вышеописанной методике были проведены многочисленные экспериментальные исследования напряженного состояния массива горных пород на трех горизонтах рудника Кочбулак и на двух горизонтах рудника Кызылалма.

Анализ результатов определения первоначальных напряжений в массиве горных пород позволяет отметить следующее:

- в горном массиве месторождений действуют неравнокомпонентные поля напряжений, в которых преобладают горизонтальные сжимающие напряжения, наибольшие из которых ориентированы в субширотном направлении;

- на замерных участках наблюдается разброс данных измерений, а следовательно и расчетных напряжений в массиве горных пород;

- неравномерность распределения напряжений в массиве обусловлена сложной тектонической структурой, в частности, блочностью пород, ограниченной системами трещин и нарушений, а также гористым рельефом местности;

- фактические вертикальные напряжения в массиве пород практически равны гравитационным напряжениям от веса налегающих пород γH . Горизонтальные напряжения σ_r , направленные по простиранию рудных тел в 1,3-1,4 раза меньше вертикальных напряжений. Максимальные значения имеют напряжения σ_r , действующие вкрест простирания рудных залежей. Они в 1,4-1,5 раза превышают вертикальные напряжения.

Результаты шахтных экспериментов показывают, что ориентировка тензора напряжений в пространстве зависит от многих факторов, но особенно от направленности естественных напряжений, созданных тектоническими силами. В регионе действуют высокие горизонтальные тектонические силы, направленное действие напряжений которых играет региональную роль в формировании отдельных зон высоких концентраций напряжений в массиве горных пород рудников.

Азимуты направлений максимальных горизонтальных напряжений, измеренных в массиве месторождений Кызылалма и Кочбулак, расположенных в Чаткало-Кураминской зоне, совпадают с азимутами направлений неотектонических напряжений в пределах ошибок интерполяции.

Результаты исследований НДС массива горных пород методом конечных элементов (МКЭ) создали условия для сравнения данных шахтных экспериментов с теоретическими.

Реализация МКЭ осуществлялась с помощью пакета прикладных программ SolidWorks-Cosmos, основная идея которого состоит в аппроксимации перемещения пород на дискретной модели, строящейся на множестве кусочно-непрерывных функций и определяющихся конечным числом. Этим методом получены:

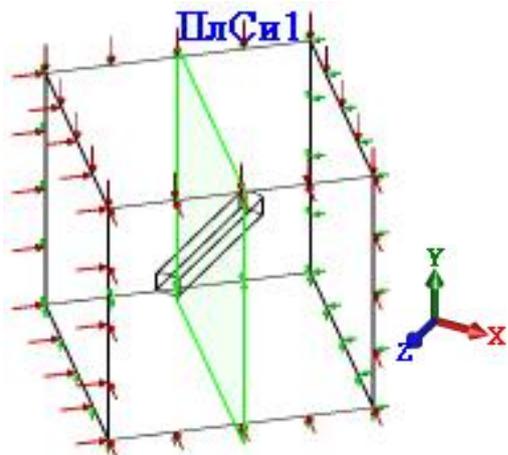


Рис. 5. Схема модели штока

– формулы расчета горизонтальных напряжений нетронутого массива при действии в массиве сил тяжести и тектоники (вдоль оси z)

$$\sigma_x = \chi\sigma_y + \frac{\nu}{1-\nu^2}\sigma_t,$$

$$\sigma_z = \chi\sigma_y + \frac{1}{1-\nu^2}\sigma_t; \quad (5)$$

– формулы расчета горизонтальных напряжений массива в контуре с выработкой при действии в массиве сил тяжести и тектоники (вдоль оси выработки)

$$\sigma_x = \chi\sigma_y, \quad \sigma_z = \sigma_t + \chi\sigma_y; \quad (6)$$

– формулы для расчета в горизонтальной плоскости массива главного вектора тектонических напряжений по значениям его компонентов ($\sigma_{тш}=8.91$ МПа, $\sigma_{тк}=14,69$ МПа), направленным по осям двух выработок, составляющим между собой угол β , ($\delta = \sigma_{тш} / \sigma_{тк}$).

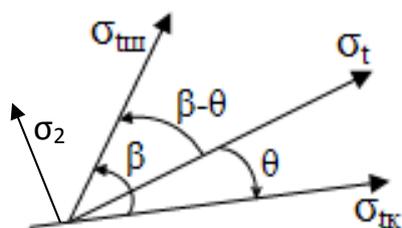


Рис. 6. Схема направления векторов тектонических напряжений

$$\varphi = \arctg \frac{\delta - \cos 2\beta}{\sin 2\beta},$$

$$\theta = \frac{1}{2} (\arcsin \frac{1-\delta}{A} - \varphi),$$

$$A = \frac{1-\nu}{1+\nu} \sqrt{1 - 2\delta \cdot \cos 2\beta + \delta^2},$$

$$\sigma_t = \frac{2\sigma_{тш}}{1+\nu + (1-\nu) \cos 2\theta}. \quad (7)$$

Численное значение главного вектора тектонических напряжений может быть использовано для расчета НДС других выработок данного месторождения, а аналитические зависимости применимы к аналогичным исследованиям для других месторождений. Результаты расчета с использованием формул (7) приведены в таблице.

Исследования методом конечных элементов показывают, что тектонические силы изменяют в нетронутом массиве оба горизонтальных напряжения, а вертикальные напряжения остаются без изменений. При этом

распор от тектонической силы приводит к уменьшению вертикального смещения, действуя в направлении свободной поверхности.

Таблица

Параметры	Δ	ν	A	φ°	θ°	σ_t , МПа
Значения	0,607	0,28	0,783	50,63	10,23	15,03

Наличие выработки в массиве существенно изменяет действия полей напряжений вблизи ее границ. В зависимости от направления оси выработки по отношению к направлению главного вектора тектонических напряжений максимальными нормальными напряжениями являются - осевые в квершлагах или поперечные в штреке. Наличие выработки влияет на изменчивость напряжений в массиве следующим образом: σ_x возрастает в кровле в 1,43-1,85 раза, в подошве уменьшается в 1,58 раз, затем возрастает в 1,06 раз и разгружается на стенках; σ_y разгружается в подошве и в кровле, на стенке возрастает в 1,11 и убывает в 1,82 раз, а вдали от контуров стенки не меняется; σ_z в кровле снижается в 1,07, возрастает в 1,08 раз, уменьшается в подошвах в 1,19 раз и в стенках в 1,11-1,69 раз. Угловые точки подошвы и кровли выработок являются концентраторами напряжений. Коэффициенты концентрации относительно нетронутого массива максимальны в подошве штрека и составляют по осям x, y, z : 2,9, 3,6, 2,0, соответственно. Максимальные касательные напряжения τ_{xy} для угловых точек сечения достигают величины – до 15,2 МПа в подошве штрека.

Влияние выработки на смещения выражается в следующем: для квершлага – малое выпучивание в выработанное пространство до 1 мм, малое поднятие и малое продольное сжатие; для штрека – значительное выпучивание в выработанное пространство 7,7 мм, малое опускание и малое продольное растяжение.

Результаты экспериментальных исследований в основном схожи с аналитическими, что подтверждает их корректность.

Категорию удароопасности выработки рекомендуется определить по величине σ_i на основе выражения

$$\sigma_i \leq \sigma_{сж}^{об} \cdot K_{уд}, \quad (8)$$

где $\sigma_{сж}^{об}$ – предел прочности пород в образце на сжатие, МПа; $K_{уд}$ – коэффициент удароопасности.

Коэффициент $K_{уд}$ принимается в соответствии с требованиями инструкции по горным ударам: 0,8 и более – I категория – повышенная удароопасность; 0,7-0,8 – II категория – удароопасная; 0,6-0,7 – III категория – неопасная.

Для определения критической глубины по динамическим проявлениям горного давления производятся расчеты напряжений в наиболее опасных участках выработок и результаты их сравниваются с допустимыми.

Допустимые напряжения рекомендуется принимать с учетом $K_{уд}$ характеризующего II или III категорию удароопасности.

Критическая глубина по горным ударам $H_{кр}$ определяется по формуле

$$H_{кр} \leq \frac{0.7 \cdot \sigma_{сж}^{об}}{K_3 \gamma (K_{z_i} + C_{II} \cdot K_{x_i})} \quad (9)$$

где C_{II} – соотношение измеренных в натуре горизонтальных и вертикальных напряжений; K_3 – коэффициент запаса прочности, учитывающий неравномерность распределения напряжений в массиве.

Величину K_3 рекомендуется принимать 1,3-1,5, исходя из средней погрешности измерений напряжений горных пород современными методами.

По вышеуказанной методике проводилась оценка НДС горных выработок вне зоны влияния очистных работ на трех наиболее опасных участках выработок. Исходными данными для расчетов принимались первоначальное напряжение в горных массивах и физико-механические свойства пород и руд. При этом коэффициенты концентрации напряжений составили:

- в стенке выработки $\theta=100^0$, $K_z=1,084$, $K_x=-0,81$;
- в кровле выработки $\theta=80^0$, $K_z=-0,85$, $K_x=2,37$;
- в углу выработки $\theta=140^0$, $K_z=1,24$, $K_x=1,80$.

Как показали результаты расчетов, наибольшие напряжения и удароопасность приходится на угловую часть выработок. Вследствие изменчивости прочности пород критическая глубина изменяется в широких пределах. Для оценки критической глубины были приняты их средние значения, полученные для различных пород в наиболее опасных участках.

Критические глубины для Кочбулакского и Кызылалмасайского месторождений составили 400-500 м и 500-600 м соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации получены следующие результаты:

1. Теоретически и практически обосновано, что горные породы месторождений Кызылалма и Кочбулак склонны к упругому деформированию и хрупкому разрушению и являются опасным по горным ударам, а по шкале потенциальной опасности относятся к III категории:

2. Установлено, что на больших глубинах исследуемых рудников горное давление проявляется в районе пересечения разломов в виде единичных заколообразований и обрушений небольших объемов отдельных участков кровли.

3. Рекомендован структурно-блочный способ оценки геомеханического состояния породного массива на примере конкретных месторождений Кочбулак и Кызылалма.

4. Обоснована оценка геодинамической опасности месторождений усовершенствованным методом геодинамического районирования. Для

Кочбулакского и Кызылалмасайского месторождений составлены карты геодинамического районирования с указанием категории геодинамической опасности отдельных участков и горизонтов рудника.

5. Определены действующие напряжения: вертикально по простиранию рудного тела (продольное) и в крест простирания рудного тела (поперечное). Установлена неравномерность распределения напряжений в массиве, которая обуславливается тектонически сложной блочной структурой пород, ограниченной системами разломов, трещин, а также гористым рельефом местности.

6. Установлено, что максимальные значения имеют напряжения, тектонического происхождения, действующие вкрест простирания рудных залежей, которые в 1,4-1,5 раза превышают вертикальные напряжения.

7. Установлено, что при проходке выработок по простиранию рудного тела напряжения кровли в 2 раза больше, чем при проходке вкрест простирания рудных тел. По этой причине выработки, ориентированные вкрест простирания рудных тел, наиболее устойчивы.

8. Доказана достоверность результатов шахтных экспериментов исследованиями напряженно-деформированного состояния горного массива методом конечных элементов, а сходимость результатов экспериментальных и аналитических исследований подтверждена корректностью натурных измерений.

9. Установлено, что в массивах горных пород месторождений Кочбулак и Кызылалма действуют значительные гравитационно-тектонические напряжения, при которых в горных выработках возможны проявления горного давления в динамической форме и по горным ударам месторождение является удароопасным (согласно инструкции ВНИМИ). Определена критическая удароопасная глубина разработки, которая составила 400-500 м для Кочбулакского месторождения и 500-600 м для месторождения Кызылалма.

10. Методические указания по оценке удароопасности для золоторудных месторождений, расположенных в сейсмо-тектонически активных зонах, внедрены в учебный процесс для студентов направления «Горное дело».

11. Результаты работы внедрены на производстве в условиях рудников Кочбулак и Кызылалма и созданы возможности обеспечения устойчивости горных выработок на 21,5%.

**ONE-OFF SCIENTIFIC COUNCIL ON THE BASIS OF SCIENTIFIC
COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES
DSc.27.06.2017.T.06.01 AT THE NAVOI STATE MINING INSTITUTE AND
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED ISLAM KARIMOV**

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED ISLAM
KARIMOV**

KAZAKOV AZIZ NIGMANOVICH

**STUDY THE MANIFESTATIONS OF ROCK PRESSURE IN DYNAMIC
FORM WITH UNDERGROUND MINING OF GOLD DEPOSITS**

04.00.09 – Mine-surveying

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

TASHKENT – 2018

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2017.2.PhD/T264.

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the webpage of the Scientific Council (www.ndki.uz) and on the website of «ZiyoNet» information-educational portal (www.ziyo.net.uz).

Scientific consultant: **Sayyidqosimov Sayyidjabbor Sayidqosimovich**
Candidate of technical Sciences, associate Professor

Official opponents: **Nurpeisova Marjan Baysanovna**
Doctor of technical sciences, Professor

Juraev Davron Oknazarovich
Candidate of technical Sciences, associate Professor

Leading organization: **SUE «The Uzbek scientific research and design
Institute of Geotechnology and non-ferrous metallurgy**

The defence of the dissertation will be held on «__» _____ 2018 at ____ at the meeting of ____ of single of the Scientific council of scientific degrees DSc.27.06.2017.T.06.01 at the Navoi State Mining institute and Tashkent State Technical University. Address: 210100, Navoi, Janubiy street, 27. Phone: 0 (436) 223-23-32; fax: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz.

The doctoral dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Navoi State Mining Institute under No __ (Address: 210100, Navoi, Janubiy street, 27. Phone: 0 (436) 223-56-90; fax: 0 (436) 223-00-55.

The abstract of the dissertation is distributed on «__» _____ 2018.
Protocol at the register No _____ dated «__» _____ 2018).

K.S. Sanakulov
Chairman of the scientific council for
awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

Sh.Sh. Zairov
Scientific secretary of the scientific council for
awarding the scientific degrees, Doctor of
Technical Sciences, Associate Professor

Yu.D. Norov
Chairman of the scientific seminar under scientific
council for awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of research work is to develop a comprehensive methodology for predicting impact hazard of the rock mass at the design stage of mining operations in geomechanical complex conditions.

The object of the research work: are the geological environment, rock mass plots zones of gold fields Kochbulak and Kizilalma, and field changes of stresses due to mining.

Scientific novelty of the research work is as follows:

structural-tectonophysical method of studying tectonic stress fields in block structures in a priori was developed to assess impact hazard of field before design and mining;

traditional methods of determining stress-strain state are improved and method of slit unloading of determining the stress-strain state of a rock mass in relation to fractured structures of gold deposits is improved;

maximum depth of effective application of shock-proof technologies of gold deposits development is determined;

a mathematical model for the assessment of the stress state of rock mass by finite element method is developed.

Implementation of the research results. On the basis of the research of the manifestation of mountain pressure in dynamic form in the underground mining of gold deposits:

developed methods of stress-strain state assessment and prediction of rock-bump hazard ore deposits embedded in the mines Kizilalma and Kochbulak Angren mine of JSC «Almalyk mining and metallurgical combine» (reference JSC «Almalyk mining and metallurgical combine» No. OY-04151 of April 10, 2018). As a result, there are opportunities to ensure safe conduct of mining operations, safety of underground engineering structures and smooth operation of mining transport machines.

developed methods of estimation of n and rockburst hazard forecast gold deposits embedded in mines Kizilalma and Kochbulak Angren mine of JSC «Almalyk mining and metallurgical combine» (reference JSC «Almalyk mining and metallurgical combine» No. OY-04151 of April 10, 2018). As a result, at each mine, there were opportunities to ensure the stability of mine workings by 21.5%.

The structure and volume of the thesis. The structure of thesis consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of references and appendices. The volume of the thesis is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (Часть; part I)

1. Казаков А.Н., Рахимов В.Р. Оценка напряженного состояния горных выработок на удароопасных месторождениях // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2010. – №3. – С.166-171(05.00.00; №16).

2. Рахимов В.Р., Казаков А.Н., Хасанов А.Р. Исследование напряженно-деформированного состояния горных пород // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2011. – № 1. – С. 167-172 (05.00.00; №16).

3. Казаков А.Н., Мухитдинов Ш.Р. Исследование удароопасности месторождений шахтными экспериментальными методами // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2011. – №4. – С. 53-57 (05.00.00; №7).

4. Рахимов В.Р., Казаков А.Н. Исследование напряженно-деформированного состояния массива с учетом тектонических напряжений // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2013. – №3. – С.95-103(05.00.00; №7).

5. Рахимов В.Р., Турапов М.К., Казаков А.Н. Прогнозирование удароопасности месторождений методом моделирования // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2014. – №3. – С.60-66 (05.00.00; №7).

6. Рахимов В.Р., Казаков А.Н., Низамова А.Т. Методика определения направления тектонических напряжений по результатам натуральных измерений, проведенных в шахтных условиях // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2015. –№1. – С.185-193 (05.00.00; №16).

7. Казаков А.Н. Оценка напряженно-деформированного состояния массива по физико-механическим свойствам горных пород на месторождении Чармитан // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2015. – №2. – С.206-211 (05.00.00; №16).

8. Казаков А.Н. Исследование влияния структурных особенностей прибортового массива на напряженное состояние вызванное подработкой подземными горными выработками // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2015. – Специальный выпуск.– С.227-233 (05.00.00; №16).

9. Kazakov A.N. Study of rock pressure manifestations in dynamic form on gold deposits in Uzbekistan // European Applied Sciences. – Germany, 2015. – №10. –P. 47-50 (05.00.00; №2).

10. Сайидкосимов С.С., Казаков А.Н. Прогнозирование устойчивости подготовительных горных выработок при подземном способе разработки глубоких горизонтов месторождений Зармитанской золоторудной зоны // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2016. – №4. – С. 269-282(05.00.00; №29).

11. Казаков А.Н. Результаты исследование напряженно-деформированного состояния массива при оценки устойчивости горных

выработок // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2016. – Специальный выпуск. – С.45-50 (05.00.00; №16).

12. Саййидкосимов С.С., Казаков А.Н. О роли международного обмена опытом в решении проблем геомеханического прогноза на стадии проектирования горнодобывающих предприятий // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2016. – №3. – С. 216-220 (05.00.00; №16).

13. Саййидкосимов С.С., Казаков А.Н., Хакбердиев М.Р. Модели полей тектонических напряжений в массиве горных пород в условиях подземной разработки золоторудных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2017. – Специальный выпуск. – С. 23-36 (05.00.00; №29).

14. Патент РУз № IAP 04419. Визирная цель / Рахимов В.Р., Мурзайкин И.Я., Казаков А.Н. Визирная цель // Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан 10.08.2011. Опувл. в бюлл. изобр. 30.09.2011. – №9, 2011. – С. 55-56.

II бўлим (II часть; part II)

15. Мухитдинов Ш.Р., Казаков А.Н. Определение ориентировки границ блоков, разрывов, разломов глубинных структур геодинамическим районированием // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2007. – №4. – С.47-53 (05.00.00; №29).

16. Мухитдинов Ш.Р., Казаков А.Н. Определение критической удароопасной глубины по тектоническим характеристикам месторождений // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2007. – №3. – С.137-139 (05.00.00; №16).

17. Рахимов В.Р., Казаков А.Н., Мухитдинов Ш.Р. Оценка напряженно-деформированного состояния склонных к горным ударам золоторудных месторождений Узбекистана на базе геодинамического районирования // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2007. – №4. – С.63-67 (05.00.00; №7).

18. Казаков А.Н. Методы определения критической удароопасной глубины для месторождения Кызыл-Алма // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2008. – №1. – С. 137-141 (05.00.00; №16).

19. Рахимов В.Р., Мухитдинов Ш.Р., Казаков А.Н. Геодинамическое районирование как основа для выявления блочной структуры золоторудных месторождений Узбекистана // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2008. – №1. – С. 44-48 (05.00.00; №7).

20. Рахимов В.Р., Казаков А.Н. Анализ геодинамического режима и проявления горных ударов при освоении недр // Горный вестник Узбекистана. – 2009. – №2. – С. 26-28 (05.00.00; №7).

21. Казаков А.Н. Исследование влияния взрывных работ на сейсмоакустической активности пород // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2010. – №5. – С.260-262 (05.00.00; №29).

22. Казаков А.Н., Мухитдинов Ш.Р. Программная реализация решения задачи определения компонентов напряжений вокруг горизонтальной

выработки // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2010. – № 4. – С.145-151 (05.00.00; №29).

23. Казаков А.Н., Рахимов В.Р. Выявление тектонически-напряженных зон методом моделирования // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2012. – № 1. – С. 75-83 (05.00.00; №29).

24. Рахимов В.Р., Казаков А.Н. Оценка напряженно-деформированного состояния массива с учетом тектонических напряжений методом конечных элементов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2014. – №10. – С. 151-162 (05.00.00; №29).

25. Мухитдинов Ш.Р., Казаков А.Н., Раджабов А.О., Фурсов А.И. Программное обеспечение для устойчивости бортов карьера // Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № DGU 03198. 16.06.2015.

26. Рахимов В.Р., Казаков А.Н., Мухитдинов Ш.Р. Выявление блочной структуры золоторудных месторождений Узбекистана на базе геодинамического районирования // Материалы республиканской научно-технической конференции на тему: «Геотехнология: инновационные методы недропользования в XXI веке». – Москва-Навои, 2007. – С. 8-10.

27. Казаков А.Н. Исследования физико-механических свойств и трещиноватости месторождения Кызыл-Алма // Материалы международной научно-практической конференции на тему: «Геотехнология – 2010: проблемы индустриально-инновационного развития горнодобывающих отраслей промышленности и мировая геополитика освоения хризотилового волокна». – Казахстан, 2010. – С. 182-186.

28. Казаков А.Н. Образование тектонически-напряженных зон в массиве // Материалы научно-технической конференции на тему: «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». – Навои, 2010. – С. 75-77.

29. Казаков А.Н. Изучение трещиноватости горных пород месторождения Кочбулак // Материалы научно-практической конференции на тему: «Инновационные технологии горно-металлургической отрасли». – Навои, 2011. – С. 100-102.

30. Таджикибаев А.А., Казаков А.Н., Низамова А.Т. Исследование напряжений в горных породах в условиях рудника Кочбулак методом щелевой разгрузки // Материалы научно-технической конференции на тему: «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан». – Навои, 2011. – С. 501.

31. Рахимов В.Р., Казаков А.Н., Таджикибаев А.А. Ультразвуковой контроль состояния горного массива в натуральных условиях // Материалы научно-практической конференции на тему: «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан». – Навои, 2011. – С. 501-502.

32. Казаков А.Н. Исследование влияния тектонических напряженных зон на проявления динамических явлений в массиве методом

геодинамического районирования // Материалы международной научно-практической конференции на тему: «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы». – Алмата, 2012. – С.70-72.

33. Казаков А.Н. Оценка напряженного состояния массива с учетом тектонических напряжений // Материалы международной научно-практической конференции на тему: «Геотехнология – 2013: проблемы и пути инновационного развития горнодобывающей промышленности». – Казахстан, 2013. – С.165-172.

34. Kazakov A.N. Research of rock burst of gold deposits of Uzbekistan // International conference No12 on the subject of: «Resource producing, low waste and environmental development technology of mineral resources». – Zandjan, Iran, September 16-20, 2013. – P. 91-92.

35. Рахимов В.Р., Казаков А.Н. Основные проблемы освоения недр и подземной разработки золоторудных месторождений Узбекистана // Материалы республиканской научно-практической конференции на тему: «Современные проблемы рационального недропользования». – Ташкент, 2013. – С. 143-145.

36. Рахимов В.Р., Казаков А.Н., Турапов М.К. Выявление тектонически-напряженных зон методом моделирования // Материалы международной научно-практической конференции на тему: «Инновационные технологии и проекты в горно-металлургическом комплексе». – Алмата, 2014. – С.353-357.

37. Рахимов В.Р., Казаков А.Н., Хасанов А.Р., Таджибаев А.А. О возможности проведения целевой разгрузки на малых базах при определении величины горного давления в горных выработках при подземной разработке рудных месторождений // Материалы международной научно-технической конференции на тему: «Проблемы и пути инновационного развития горно-металлургической отрасли». – Ташкент, 2014. – С.293-296.

38. Низамова А.Т., Казаков А.Н. Выделение тектонически-напряженных зон по геоморфологическим, геологическим, сейсмическим и сейсмологическим данным // Материалы международной научно-технической конференции на тему: «Горно-металлургический комплекс: проблемы и пути их решения». – Алмалык, 2015. – С.40-41.

39. Сайидкасимов С.С., Мингбаев Д.И., Наимова Р.Ш., Казаков А.Н. Инновации в маркшейдерском обеспечении открыто-подземной (комбинированной) разработки золоторудных месторождений // Международный форум маркшейдеров Казахстана на тему: «Инновационные технологии в маркшейдерии и геодезии». – Алмата, 17-18 сентября 2015 г. – С.38-43.

40. 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.

41. Казаков А.Н. Определение первоначальных напряжений массива горных пород месторождения Кочбулак // Международная научно-практическая конференция на тему: «Опыт прошлого – взгляд в будущее». – Тула, 2016. – С.49-53.

42. 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». – Алмата, 27-28 апреля 2017 г. – С.84-88.

Автореферат «Ўзбекистон кончилик хабарномаси» журналидан
тахрирдан ўтказилди.

Бичими 60x84^{1/16}. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табоғи: 2,5. Адади 100. Буюртма № 25.

«ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.