Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим министрлиги
Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясы
Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институту
Жалал-Абад мамлекеттик университети

Диссертациялык Кеңеш Д 25.19.587

Кол жазма укугунда
УДК 622.7.09 (575.2) (043.0)

Куваков Сталбек Женишбекович

КОМБИНИРЛЕШКЕН КЕН КАЗЫП АЛУУДАГЫ КАРЬЕР АСТЫНДАГЫ ЦЕЛИКТЕРДИН ЧЫҢАЛУУ АБАЛЫН МОДЕЛДЕШТИРҮҮ (МАКМАЛ ЖЕР КЕНИНИН МИСАЛЫНДА)

Адистиги: 25.00.20 - «Геомеханика, тоо-тектерин жардыруу менен талкалоо, кен аэрогазодинамикасы жана тоо-кен жылуулук физикасы»

Техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасына талапкерликке диссертациянын

Автореферати

Бишкек –2019

Иш Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институтунда аткарылды.

Илимий жетекчи: техника илимдеринин доктору, профессор, КР УИАсынын мүчө-корреспонденти
Кожогулов Камчыбек Чонмурунович

Расмий оппоненттер:………………………

Жетектөөчү уюм:……

Коргоо «» _________2019-ж., саат______ 720017, Бишкек ш., Медеров көч., 98 дареги боюнча жайгашкан Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институтунда Д 25.19.587 диссертациялык кеңештин отурумунда өтөт.

Факс: (+996) 312541117 е – mail: ifmgp@yandex.ru

Диссертация менен Бишкек ш., Медеров көч., 98 дареги боюнча жайгашкан Кыргыз Республикасынын УИАсынын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институтунун китепканасынан таанышууга болот.

Автореферат таркатылды «___» ______________2019-ж.

Диссертациялык кеңештин
окумуштуу катчысы,
ф.м.и.к. Г.Исаева

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

КИРИШҮҮ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Тоо кен казуу тармагы Кыргыз Республикасынын экономикасын өнүктүрүүнүн артыкчылыктуу багыттарынын бири болуп саналат. Республикада кен металлдарынын ар кандай түрлөрү боюнча бардыгы болуп көп өлчөмдөгү минералдык-чийки зат потенциал аныкталган. Ал үчүн алдыңкы орунда алтын, сымап, сурьма, калай, вольфрам, сейрек жер металлдары, уран, полиметаллдар турат. Келечекте темир, титан, ванадий, алюминий, жез, молибден, бериллий казып алууну уюштуруу мүмкүнчүлүгү бар. Висмут, күмүш, тантал, ниобий, кобальт жана башка металлдардын өнөр жай жактан маанилүүлүгү да жокко чыгарылбайт.

Акыркы убактарда республикада запастарды алуунун аралаш ыкмасын колдонууну камтыган тоо кен казып алуу ишканаларынын санынын өсүшү байкалууда. Аралаш ыкма менен иштелип жаткан жер кендерине Кумтөр, Чаарат, Бозумчак, ошондой эле илимий көйгөйлөрдү чечүүгө муктаж болгон ж.б. жер кендерин кошууга болот. Мисалы, Кумтөр кенинде 2002-жылы ≈2,7 млн.$м^3$ көлөмдөгү карьердин бүтүндөй бортунун масштабдуу урашы болуп өткөн. Карьердин капталынын ушундайча капыстан кыйрашы академик И.Айтматов тарабынан карьер тереңдеген сайын пайда болуучу тоо соккусуна киргизилген.
Жогоруда белгиленген көйгөйгө окшош эле Макмал кенинде шып камералары ураган жана карьердин астындагы целиктер № 6 жана №11 кен жолдорунда өзүнүн бекемдигин жоготкон. Жер кендерин иштетүүнүн натыйжалуулугун жана коопсуздугун жогорулатуу көйгөйү тоо кен өнөр жайын өнүктүрүүдө маанилүү орун ээлегендиктен, аларды илимий жактан негизделген божомолдор менен камсыздоо зарыл. Бул үчүн эреже катары табигый дагы, ошондой эле тоо кендеринин массивинин техногендик чыңалган-деформацияланган абалын дагы ага таасирин тийгизген бардык мүмкүн болгон факторлорду эске алуу менен изилдөө керек.

«Макмал» алтын кени Кыргыз Республикасынын 1986-жылы иштей баштаган алгачкы алтын казып алуучу ишканаларынан болуп саналат. 2000-жылы Кыргызстандагы алтынды бир жылдык өндүрүү 20 т., жетти, бул республиканы бул көрсөткүч боюнча КМШда Россия жана Өзбекстандан кийинки 3-орунга алып чыкты. 2003-жылга чейин «Макмал» жер кени ачык ыкма менен иштетилип келген, кийин бир эле учурда сакталган балансытагы кенди кайра иштетүү менен жер алдындагы запастарды казып алуу башталган, ошону менен бирге казып алуунун аралаш ыкмасына өтүшкөн (казып алуунун ачык ыкмасынан жер алдындагы ыкмага өтүү). Ал эми аралаш иштетүүдө биринчи планга чыңалган абалдан көбүрөөк көз каранды болгон карьерлердин астындагы целиктердин туруктуулугун негиздөө чыгат.

Ошондуктан карьер запастарынын чыңалган абалын моделдештирүүгө арналган диссертациялык иш актуалдуу болуп саналат.

Диссертациянын темасынын негизги илимий-изилдөө иштери менен байланышы. Диссертация Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институтунун "Бүктөлүп-бүктөлүп жаткан тоолуу областтардын тоо карьерлеринин капталдарынын блоктук массивдеринин туруктуулугун баалоо ыкмасын иштеп чыгуу" долбоорлору (мам.,каттоонун № 0007149, 2015-2017-ж.) боюнча илимий-изилдөө иштеринин планына ылайык аткарылды.

Диссертациялык иштин максаты: жер кендерин аралаш казып алууда карьерлердин астындагы целиктердин чыңалган абалын баалоо

Максатка жетүү үчүн **төмөндөгү милдеттерди аткаруу каралган:**

1. Макмал жер кенинин тоо тектеринин серпилгич касиеттеринин физикалык-механикалык касиеттерин жана анизотропиясын аныктоо;
2. Макмал жер кенинин массивинин чыңалган абалын математикалык моделдештирүү ыкмасын колдонууну негиздөө;
3. Макмал жер кенин иштеп чыгуунун ар кандай баскычтарында тоо кендеринин массивинин чыңалган абалын баалоо;
4. Макмал жер кенин аралаш иштеп чыгууда карьер астындагы кен катмарларынын чыңалган абалын сандык ыкма менен моделдештирүү.

Алынган жыйынтыктардын илимий жаңылыгы төмөндөгүлөрдө турат:

1. Жер кендерин аралаш иштеп чыгууда тоо кендеринин массивинин чыңалган-деформацияланган абалын баалоо ыкмасы негизделди, ал тоо кендеринин серпилгич касиеттеринин анизотропиясын эске алууга мүмкүнчүлүк берет;
2. Капталдардын жанындагы массивдеги чыңалуулардын концентрациясы, изотроптук массивдин карьерлеринин капталдарынын чыңалган абалын баалоого караганда тоо кендеринин серпилгич касиеттеринин анизотропиясын эске алуу менен 1,5 эседен көп экендиги аныкталды;
3. Карьер астындагы целиктердин чыңалган абалын тоо кендеринин серпилгич касиеттеринин анизотропиясын эске алуу менен баалоодо изотроптук учур боюнча карьерлердин астындагы целиктердин чыңалган абалын баалоого караганда четки бөлүктөрдө кысуучу чыңалуулардын жогорку мааниси 1,27ге барабар экендиги аныкталган.

Алынган жыйынтыктардын тажрыйбалык мааниси:

1. Жер кендерин аралаш казып алуудагы карьердин капталындагы массивдин жана карьер астындагы целиктердин чыңалган абалын баалоонун иштелип чыккан ыкмасы тоо кендеринин серпилгич касиеттеринин

анизотропиясын эске алууга мүмкүнчүлүк берет, ал чыңалган абал тууралуу өз учурундагы жана ыкчам маалыматты алуу мүмкүнчүлүгүн берет;

2. Изилдөөлөрдүн негизги илимий жыйынтыктары

3. Изилдөөлөрдүн негизги илимий жыйынтыктары “Макмал алтын жер кенинин №6 жана №11 кен жолдорунун целиктериндеги запастарды казып алуу долбоору” долбоорун түзүүдө; Макмал жер кенинде Түштүк кен казынасын казып алууда колдонулду (22.03.2017-ж., Илимий жыйынтыктарды ишке ашыруу жөнүндө акты);

Алынган жыйынтыктардын экономикалык мааниси №6 кен жолдорунун целиктериндеги запастарды казып алууда тоо кен иштерин жүргүзүүдөгү коопсуздукту камсыздоого мүмкүнчүлүк бере турган «Макмал» жер кенин иштетүүдөгү жергиликтүү долбоорлорду түзүүдө тоо кендеринин механикалык касиеттерин жана калдык чыңалууларын аныктоо боюнча изилдөөлөрдүн жыйынтыктарын пайдаланууда турат.

Коргоого чыгарылган диссертациянын негизги жоболору:

1. Жер кендерин аралаш иштетүүдө карьердин айланасында бир кылка жана бир кылка эмес массивдин чыңалган абалын бөлүштүрүүнүн белгиленген өзгөчөлүктөрү;

2. Тоо кендеринин серпилгич касиеттеринин анизотропиясын эске алуу менен каптал массивдериндеги жана карьерлердин астындагы целиктердеги чыңалуулардын бөлүшүүсүнүн аныкталган мыйзам ченемдүүлүгү.

Талапкердин кошкон жеке салымы:

- тоо кендеринин массивдеринин чыңалган абалын баалоонун заманбап ыкмаларын анализдөө;
- тоо кендеринин серпилгич касиеттеринин анизотропиясын эске алуу менен массивдин чыңалган абалын баалоонун заманбап ыкмаларын иштеп чыгуу жана негиздөө;
- капталдагы массивдин жана карьердин астындагы целиктердин чыңалган абалын баалоо жана геомеханикалык абалын изилдөөнүн жыйынтыктарын Plaxis программасын пайдалануу аркылуу акыркы элементтердин ыкмасы менен анализдөө;
- «Макмал» жер кенинин массивинин чыңалган абалын аны иштеп чыгуунун ар кандай баскычтарында баалоого;
- массивдин чыңалган абалын жана анын өзгөрүүлөрүн тоо тектеринин серпилгич касиеттеринин анизотропиясын баалоодо.

Изилдөөнүн жыйынтыктарын сыноо. Диссертациялык иштин негизги жыйынтыктары Эл аралык конференцияларда жана Д.А.Кунаев атындагы (Алматы ш., Д.А. Кунаев ат. КР ТКИ, 10-11 сентябрь, 2015-ж.) Тоо-кен иши институтунун (ТКИ) 70 жылдыгына арналган «Өлкөнүн индустриалдык-инновациялык өнүгүүсүндөгү тоо-кен илимдери» симпозиумунда; «Геодинамика жана Жер кен байлыктарынын чыңалган абалы» (Новосибирск ш., РФ РИА СБ ТКИ, 5-9-октябрь, 2015-ж.); The Eighth Asian Young Geotechnical Engineers Conference «Challenges and innovations in

Geotechnics» (Инженер-геотехниктердин «Геотехникадагы милдеттер жана инновациялар» Сегизинчи Азиялык жаштар конференциясы, Астана ш., Назарбаев Университети, КР 2016-ж.); «Тектоникалык тоо соккуларынын жана жер титирөөлөрдүн божомолу жана эскертүү: тоо тектериндеги деформациялардын, калдыктардын жана аракеттеги чыңалуулардын өзгөрүшү» аттуу биринчи эл аралык симпозиум (Бишкек ш., КР УИА, КРСУ, КР УИА ТИжКӨ, КДИИ 21-23-сентябрь 2016-ж.); «Инновациялык технологиялар жана алдыңкы чечимдер» 5-эл аралык жождор аралык илимий-тажрыйбалык конференциясы (Бишкек ш., ИТЭУ 19-май 2017-ж.); Proceedings of the Second Geo-Institute-Kazakhstan Geotechnical SocietyJoint Workshop. – March 5-8 Orlando, New-York: 2018y.
Иш жыйынтыкталган түрүндө КР УИА Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институтундагы илимий семинарда баяндалган.
Диссертациянын жыйынтыктарынын макалаларга чагылдырылышынын толуктугу. Диссертациялык иштин негизги мазмунун чагылдырган изилдөөлөрдүн жана жоболордун жыйынтыктары 18 басма эмгекте, анын ичинде бирөө (1) SCOPUS базасына жана алтоосу (6) – чет өлкөлүк ИҮРИге кирген.

Иштин структурасы жана көлөмү. Диссертациялык иш 150 баракка жазылган киришүү, төрт бап жана бүтүмдөрдөн турат, 24 сүрөт, 9 таблица, 112 адабияттын аталышын камтыйт.

ИШТИН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Киришүүдө теманын актуалдуулугу негизделген, максаттары жана милдеттери аныкталган, диссертациялык иштин негизги жоболору келтирилген.

Биринчи бапта тоо тектеринин массивинин чыңалган абалынын изилденүүсүнүн заманбап абалына анализ жүргүзүлгөн, математикалык моделдештирүүнүн учурдагы ыкмаларынын колдонууга ылайыктуулугу тууралуу маселе каралган. Теориялык, натуралык жана тажрыйбалык изилдөөлөрдүн илимий негиздери, чыңалган абал тууралуу гипотезалар талданган. Эгерде өзүнүн изилдөөлөрүндө геолог Альберт Гейм тоо тектеринин пластикалык агымдарынын жүрүм-турумун абдан жай ылдамдыкта жүргөн илээшкек суюктуктун агымына окшоштурган болсо, академик А.Н. Динник Пуассондун коэффиценти аркылуу аныктоочу каптал кергичтин коэффиценти - жаңы параметрди киргизүү менен Геймдин гипотезасын жакшырткан. Ошондой эле окумуштуулар Н.Б. Хаст жана И.Т. Айтматов тарабынан массивдеги башкы горизонталдык чыңалуулардын өзгөрүүсүнүн мыйзам ченемдүүлүгү аныкталган. Тоо тектеринин массивинин чыңалган абалын баалоонун негизги ыкмалары чагылдырылган жана тоо тектеринин массивиндеги чыңалууларды аныктоонун натуралык ыкмасы башка ыкмаларга караганда көбүрөөк чындыкка жакын болоорун, бирок ошол эле учурда абдан оор болоорун көрсөттү. Н.Хаст жана Е.Лимандын

массивдеги чыңалууларды өзгөртүү үчүн схемалары жана М.С. Анцыферовдун конструкциясы талданды. Аналитикалык жана сандык ыкмаларга жалпы мүнөздөмөлөр берилди.

В.Д. Курпадзе, T.A. Cruse, J.C. Lachat, A.S. Henry, P.K. Banerjee, J.O. Watson, J.R. Tomlin, S.E. Massonet, Н.П. Абовский, П.М. Варвак, М.А. Колтунов, Г. Стренг, Дж. Фикс, Ж. Деклу, Л. Сегерлинддин эмгектеринде изилдөөлөрдүн жана чектеш элементтердин, акыркы элементтердин жана акыркы айырмачылыктардын ыкмасы - сандык ыкмалардын алгоритмдерин иштеп чыгуулардын жыйынтыктары берилген. Тоо тектеринин массивинин чыңалган абалын изилдөөнүн сандык ыкмалары Э.К.Абдылдаев, К.Ч. Кожогулов, К.Ж. Усенов, С.Ф. Усманов, А.П. Алибаев, А.П. Тапсиев, Г.Дж. Кабаева, А.А.Неверовдун эмгектеринде берилген. Тоо тектеринин массивинин чыңалган-деформацияланган абалын баалоонун белгилүү жана кеңири жайылган ыкмаларынын кемчиликтери областтын геометриялык өзгөчөлүктөрүн эске алуу менен жүргүзүлүүчү элементтерге бөлүү болуп саналат жана бөлүү процессинин өзү чек аранын геометриясын мыктылап аппроксимациялоо максатында чек арадан башталат, андан кийин ички областтарды элементтерге бөлөт, ошол эле учурда бөлүштүрүү алгоритми элементтер айрым чектөөлөрдү канааттандыра тургандай курулат, мисалы, үч бурчтуктардын жактары барабар жактуу болууга тийиш ж.б., ошондой эле алгебралык теңдемелердин жыйынтыктоочу системасынын жогорку өлчөө бирдиги.

Карьердин астындагы целиктердин чыңалган-деформацияланган абалына таасирин тийгизүүчү негизги факторлорго талдоо жүргүзүлдү, аларга жер кенинин бетиндеги рельеф, тоо тектеринин тиешелүү тереңдиктеги ар кандай физикалык-механикалык касиеттери, массивдин табигый чыңалган абалы, карьердин бортторунун геометриялык параметрлери ж.б.

Тоо тектеринин каптал массивдеринин жана карьер астындагы целиктердин чыңалган абалын баалоонун натуралык, аналитикалык жана сандык ыкмаларын талдоонун негизинде, бардык ыкмалардын ичинен маалыматтуулугу, ыкчамдыгы жана тактыгы боюнча көбүрөөк ылайыктуусу, областтардын акыркы саны менен аныкталган көп сандаган кесимдик-тынымсыз сызык жана чарчы функциялар менен курулган, дискреттик модель менен аппроксимацияга негизделген акыркы элементтердин ыкмасы - сандык ыкма болуп саналары көрсөтүлдү.

Экинчи бапта тоо тектеринин массивинин чыңалган абалын моделдештирүүдө акыркы элементтердин ыкмасын ишке ашыруунун структурасы жана ырааттуу кадамдары дискретизациялоодон тарта элементтердин түрүн тоо тектеринин массивинин чыңалган-деформацияланган абалын сүрөттөөчү чектеш элементтерди эске алуу менен теңдемелерге чейин тандоо келтирилген.

Plaxis программасынын структурасы жана анын бөлүмдөрү негизинде акыркы элементтердин ыкмасы турган маселелерди чечүүнү

автоматташтырууга мүмкүнчүлүк бере турган арналышы боюнча анализденген. Талдоонун негизинде программа Input, Calculation, Output, Curves программа астындагы программадан тургандыгы жана төмөндөгү милдеттерди чечүү мүмкүнчүлүгү бар экендиги аныкталган: кыртыш курулуштарынын жана негизинин туруктуулугун баалоо; начар негиздердеги үймө топурактын чөгүүсүн эсептөө; тоо тектеринин массивинин чыңалган-деформацияланган абалын баалоо; ар кандай арналыштагы геотехникалык курулуштарды эсептөө; кыртыш курулуштарын жана алардын негиздерин күчөтүү; үймө топурактын жана жер алдындагы курулуштардын биргелешкен ишин баалоо; кен казылып жаткан аймактардагы жана суу каптаган аймактардагы трассаларды эсептөө; транспорттук туннелдерди өткөрүү; атайы курулуштарды жана көпүрө таянычтарын долбоорлоо.

Үчүнчү бап «Макмал» жер кенинин массивинин геологиялык курулушун анализдөөгө; тоо тектеринин физикалык-механикалык каисеттерин изилдөөгө жана аныктоого, «Макмал» жер кенинин массивинин бир кылка жана бир кылка эмес түзүлүштөгү чыңалган абалын математикалык моделдөөгө; «Макмал» жер кенинин бир кылка эмес түзүлүштөгү капталынын массивинин чыңалган абалын тоо тектеринин чыңалган касиеттеринин анизотропиясын эске алуу менен моделдөөгө арналган.

Макмал жер кенинин геологиялык курулушун анализдөөнүн жыйынтыгында ал акиташтан куралгандыгы, көп жагынан интенсивдүү скарнациялашкан, мраморлошкон, Чаарташ интрузиясынын граниттери, метасоматиттерден тургандыгы аныкталган. Тектоникалык мүнөздөмөлөрү боюнча сүрөттөлгөн район Кавак структуралык-формациялык аймакка таандык. Татаал үстүңкү катмар-бүктөлүп-бүктөлүп жаткан түзүлүш менен, негизинен герцин жана альпы тектогенезинин доорундагы кыймылдар менен мүнөздөлөт. Үлгүлөрдөгү тоо тектеринин негизги физикалык-механикалык касиеттерин аныктоонун жыйынтыктары чагылдырылган. I – Карбонат тектери скарнацияланган акиташтар полевошпат кварц метосамотиттери, II – Кварцталган акиташтар, мраморлошкон акиташтар, өзгөртүлгөн карбонат тектери (1-табл.)

1-таблица. «Макмал» жер кенинин тоо тектеринин негизги физикалык-механикалык касиеттери

Үлгүлөрдүн №	Тектин аталышы	Тандоо интервалы	Көлөмдүү салмагы γ, кг/м^3	Салыштырмалуу салмагы γ_o, кг/м^3	Майда тешиктүүлүк T, %	Аба-кургак абалында				Сууга каныктырылган абалда			
						Чоюлуудагы бекемдиктин чеги $\sigma_р$, МПа	Кысуудагы бекемдик чеги $\sigma_{сж}$, МПа	Ички сүрүлүү бурчу φ, град	Кошулуу К, МПа	Чоюлуудагы бекемдиктин чеги $\sigma_р$ МПа	Ксуудагы бекемдик чеги $\sigma_{сж}$, МПа	Ички сүрүлүү бурчу φ, град	Кошулуу К, МПа

1	I	1,00-2,50	2496,86	2765,13	9,70	2,48	52,08	64	5,98	0,78	16,38	63	2,02
2		24,00-25,00	2544,38	2806,08	9,22	1,97	41,37	64	4,6	1,12	23,56	63	2,61
3		10,00-11,50	2549,48	2905,86	12,09	3,76	78,96	64	8,74	2,59	54,51	64	6,10
4		4,00-6,00	2757,94	2861,55	3,61	2,34	49,22	64	5,45	1,48	31,12	64	3,42
5	II	6,00-7,50	2634,40	3138,34	15,97	1,50	31,70	64	3,55	1,30	27,60	64	3,24
6		10,00-11,00	2494,87	2754,75	9,34	2,40	50,40	65	5,48	1,66	35,00	64	4,02
7		11,00-12,50	2472,73	2869,92	13,85	3,40	71,42	63	7,49	2,22	46,62	64	5,20
8		15,00-16,00	2428,81	2909,03	16,47	3,50	73,50	65	8,10	2,25	47,21	64	5,29

Алынган маалыматтарга анализ жүргүзүүнүн жыйынтыгында скарнацияланган акиташтардын карбонат тектери үчүн көлөмдүү салмагынын орточо мааниси γ=2587,16кг/м^3, салыштырмалуу салмагы орто эсеп менен γ=2834,65кг/м^3, кварцталган жана мраморлошкон акиташтар үчүн көлөмдүк салмагы орточо маани γ=2507,71кг/м^3, ал эми салыштырмалуу салмагы γ=2918,01кг/м^{3}экендиги аныкталды. Тандалган карбонат тектери жана кварцталган акиташтар суу сиңирүүнүн төмөнкү маанисине ээ, орто эсеп менен ал W=1,41%ды түзөт. Тектердин бекемдик мүнөздөмөлөрүн аныктоодо тектерге аба-кургак дагы, ошондой эле сууга каныктырылган абалында дагы лабораториялык анализдер жүргүзүлдү. Аба-кургак абалында тектердин бекемдик чегинин мааниси кысылган учурда $\sigma_{сж}$=41МПа дан $\sigma_{сж}$=79МПа чейинки чектерде, ал эми кварцталган акиташтар үчүн минималдуу маани $\sigma_{сж}$=32МПа, максималдуу $\sigma_{сж}$=73МПа түзөт. Тектер үчүн ички сүрүлүү бурчунун орточо мааниси φ=64^0, кошулуу мааниси С=3,55-8,74МПа түзөт.

Ошондой эле даярдалган куб формасынын үлгүлөрүндөгү УК-10ПМ ультра добуш аппаратын колдонуу менен тоо тектеринин серпилгич касиеттеринин анизотропиясын аныктоо боюнча изилдөөлөрдүн жыйынтыктары чагылдырылган (2-табл.).

2-таблица. Ультра добуштуу толкундардын эки перпендикулярдуу тегиздик боюнча тоо тектеринин үлгүлөрү аркылуу өтүү ылдамдыгынын тажрыйбалык маалыматтары

Толкундун жана аянттын аталышы		Тоо тегинин аталышы	бийиктиги, м	Орточо убакыт, мксек	убакыт, сек	ылдамдык, м/сек
Узунунан кеткен толкун	1-аянт	Кен брекчиясы	0,0820	12,10	0,0000121000	6776,860
		Мраморлонгон акиташ	0,0780	10,10	0,0000101000	7722,772
		Метасоматит	0,0780	10,40	0,0000104000	7500,000
	2-аянт	Кен брекчиясы	0,0830	11,30	0,0000113000	6747,967
		Мраморлонгон	0,0820	11,23	0,0000112300	7301,870

		акиташ				
		Метасоматит	0,0780	11,48	0,0000114750	6797,386
Туурасынан кеткен толкун	1-аянт	Кен брекчиясы	0,0820	33,20	0,0000332000	2469,880
		Мраморлонгон акиташ	0,0780	29,56	0,0000295600	2638,701
		Метасоматит	0,0780	31,00	0,0000310000	2516,129
	2-аянт	Кен брекчиясы	0,0830	34,40	0,000034400	2412,791
		Мраморлонгон акиташ	0,0820	32,56	0,000032560	2518,428
		Метасоматит	0,0780	32,10	0,000032100	2429,907

Макмал жер кенинин тоо тектери аркылуу ультра добуштуу толкундардын өтүү ылдамдыгын аныктоонун жыйынтыктарына жасалган анализдин жыйынтыгында, S1 аянты боюнча узунунан кеткен толкундун жайылуу ылдамдыгынын мааниси S2 аянты боюнча узунунан кеткен толкундун жайылуу ылдамдыгына караганда чоң экендиги аныкталды. Мисалы кен брекчиясы үчүн 1,004 эсе көп, мраморлонгон акиташ үчүн 1,058 эсе көп, метасоматит үчүн 1,103 эсе көп, б.а. өз ара перпендикулярдуу аянттар боюнча ылдамдыктардын айырмасы 28,893м/сек 702,614м/сек чейин өзгөрөт. Үч түрдүү тек боюнча серпилгич касиеттерди эсептөөнүн жыйынтыгында серпилгич модулунун жана S1 аянты боюнча жылуу модулунун маанилери, S2 аянты боюнча узунунан кеткен толкундун жайылуу ылдамдыгынын маанисинен көп экендиги аныкталды. Эсептөөлөр көрсөткөндөй тоо тектеринин өз ара перпендикулярдуу эки аянт боюнча акустикалык касиеттеринин бир аз өзгөрүүсүнөн улам Пуассон коэффициентинин барабар маанилерин алышты. Алынган тоо тектердин физикалык-механикалык касиеттерин аныктоодо, эксперимент жүргүзгөн учурда вариация коэффициенттери 9%-дан 14%-га чейин өзгөрүшконүн белгилеп кетейли.

Ал эми негизги математикалык модель деформациянын потенциалдуу энергиясын минималдаштырууга негизделет жана түйүндүк чекиттер үчүн төмөндөгүдөй түрдө жазылат:

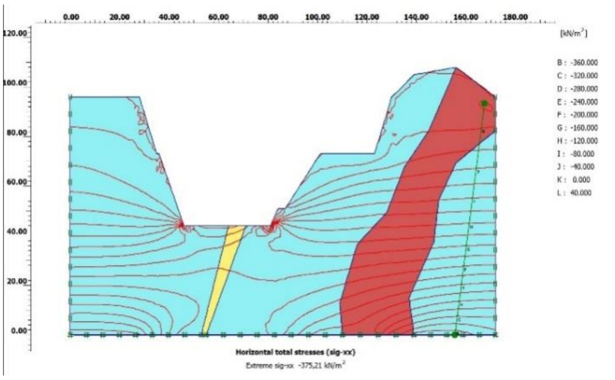
$$U_r = \frac{1}{2}\sum_i \sum_j \int_V \sigma^r{}_{ij}(u_r^i)\varepsilon^r{}_{ij}(u_r^i)dV$$

Биз изилдеген тоо тектеринин физикалык-математикалык касиеттерин эске алуу менен капталдагы массивдердин чыңалган абалын ар кандай шарттарда моделдештирүү жүргүзүлдү.

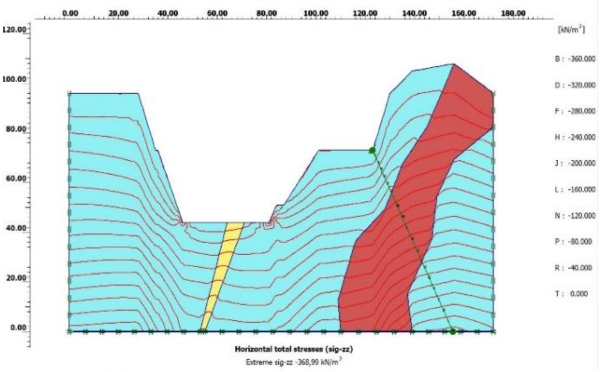
Горизонталдуу (X огу боюнча) кысуучу чыңалуулардын концентрациясы карьердин түбү менен борттордун тийишкен тарабында байкалгандыктан капталдагы массив бир кылка кошулууга ээ болгондо, алардын мааниси 150,63kN/m^2 тан 530,82kN/m^2чейин өзгөрөт. Ал эми вертикалдуу чыңалуулар тереңдиги өзгөрүү менен бирдей бөлүштүрүлгөн. Вертикалдуу кысуучу чыңалуулардын мааниси 0,34kN/m^2 тан 2683,45 kN/m^2 ка чейин жогортон төмөн карай өзгөрөт. Ал эми бир кылка эмес кошулууда – горизонталдуу кысуучу чыңалуулардын концентрациясы карьердин түбү

жакта келип чыгат, анын мааниси 101,143kN/m^2тан 539,8kN/m^2ка чейин өзгөрөт, ал эми вертикалдуу чыңалуулар, маанилери 2770kN/m^2ка чейин өзгөргөн бийиктик белгисине чейин гана бирдей бөлүштүрүлгөн. Чыңалууларды бөлүштүрүү мүнөзү жана чыңалуулардын Z огу боюнча чыңалуулардын концентрациясы X огу боюнча чыңалуулардын бөлүштүрүүсү сыяктуу эле, бирок кысуучу чыңалуулардын мааниси 246,82kN/m^2кА чейин жетет жана максималдуу жанышма чыңалуулардын мааниси 171,72kN/m^2түзөт.

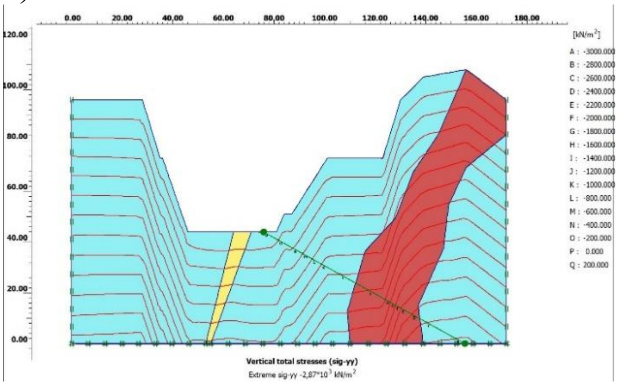
“Макмал” жер кенинин тоо тектеринин капталынын жанындагы массивдердин чыңалган абалын тоо тектеринин серпилгич касиеттеринин анизотропиясын эске алуу менен математикалык моделдештирүүнүн жыйынтыгында, борттун түп менен оң тараптагы тийишкен жагы жана кысуучу горизонталдуу чыңалуулардын минималдуу маанилери 250,46 кН/м² жана ага ылайык 8,54 кН/м²ка барабар. Ал эми сол жактагы тийишкен тарабындагы горизонталдуу кысуучу чыңалуулардын максималдуу жана минималдуу мааниси 410,73 и 4 кН/м² түздү.



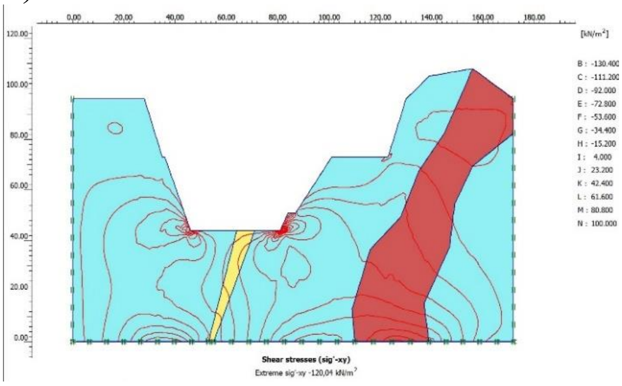
а)



б)



в)



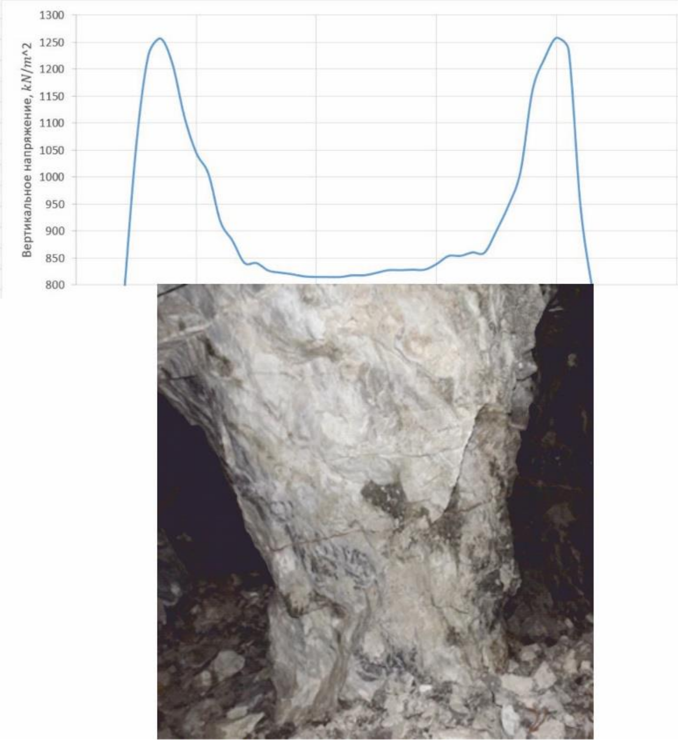
г)

1-сүрөт. “Макмал” жер кениндеги каптал массивдеги чыңалуулардын сызыктары; а) XX огу боюнча чыңалууларды бөлүштүрүү; б) YY огу боюнча чыңалууларды бөлүштүрүү; в) ZZ огу боюнча чыңалууларды бөлүштүрүү; г) XY огу боюнча чыңалууларды бөлүштүрүү.

Кен катмарында карьер тереңдеген сайын мааниси 114,09дан 200,89 кН/м²ка чейин өзгөргөн горизонталдуу кысуучу чыңалуулар келип чыгат.

ZZ огу боюнча горизонталдуу кысуучу чыңалуулардын концентрацияланууусу карьердин түбү менен капталдар тийишкен тарапта келип чыкты, алардын маанилери 6,10дон 148,02 кН/м²ка чейин өзгөрүп турат. Вертикалдуу чыңалуулар тереңдикти өзгөртүү менен тегиз бөлүштүрүлөт жана оң каптал боюнча 108 м бийиктикте белгиленген вертикалдуу чыңалуулардын мааниси 2854,92 кН/м² ка чейин жетет, сол каптал боюнча 96 м бийиктикте белгиленген тарабында – 2496,90 кН/м² ка чейин жана 44 м бийиктиктеги белгиленген карьердин түбүн бойлото – 1229,89 кН/м² ка чейин жетет. Тийишип турган чыңалуулардын бөлүштүрүлүшү 3.6.-г., сүрөтүнүн деңгээл сызыктарында көрсөтүлгөн. Сол тарапта тийишүүчү чыңалуулар 16,75тен 91,47 кН/м² ка чейин, ал эми оң тарабында – 25,20дан 169,39 кН/м² ка чейин өзгөрөт (1-сүр.).

Төртүнчү бап жер кендерин аралаш иштеп чыгууда карьерлердин капталдарынын чыңалган абалдарын изилдөөгө арналган жана “Макмал” жер кенин аралаш иштетүүдөгү карьерлердин астындагы целиктердин чыңалган-деформацияланган абалын изилдөөнүн жыйынтыктары чагылдырылган. Изилдөөлөрдүн жыйынтыгында чыңалуулардын анча чоң эмес концентрациялары капталдардын карьердин түбү менен тийишкен жерлеринде катталгандыгын белгиледик, ал эми өндүрүүнүн жана целиктердин айланасынан 400 kN/m^2тан 3200 kN/m^2ка чейин өзгөргөн чыңалуулардын концентрацияларын аныктадык. Вертикалдуу чыңалуулар тегиз бөлүштүрүлгөн, алардын мааниси 350 kN/m^2тан 8700 kN/m^2ка чейин өзгөрүү менен тереңдик менен өсөт. Ошондой эле чыңалуулардын график түрүндөгү карьер астындагы целикке тийгизген таасиринин мыйзам ченемдүүлүгү алынды (2-сүр.). Четки бөлүктөрдөгү вертикалдуу чыңалуулардын мааниси 1267,81kN/m^2тан 1384,29 kN/m^2ка чейинки көрсөткүчтү түзүп, ал эми борбордук бөлүктөрүндө 601,84 kN/m^2тан 668,55 kN/m^2ка чейинки өзгөрүүлөрдү аныкташты.



2-сүр. Жазы целиктеги вертикалдуу чыңалуулардын бөлүштүрүлүшү.

“Макмал” жер кенин аралаш иштетүүдөгү капталдагы массивдердин чыңалган абалына тоо тектеринин серпилгич касиеттеринин анизотропиясын эске алуу менен изилдөөлөрдүн негизинде, моделдештирилген тилке жактары бирдей, 15 түйүндүк үч бурчтук 645 элеметке бөлүнүүсүн алдык, ал 5335 түйүндүк чекиттерден турат жана түйүндөрдүн ортосундагы орточо аралык (үч бурчтук элементтин жактарынын узундугу) 17,76 м түздү. Карьердин түбү менен тийишкен капталдар аймагынлагы горизонталдуу кысуучу чыңалуулардын мааниси 198,55 kN/m^2тан 439,71 kN/m^2ка чейин, ал эми өндүрүштүн айланасында 175,37 kN/m^2тан 4615,91 kN/m^2ка чейин өзгөрөт. Вертикалдуу чыңалуулар карьердин капталдарын бойлото бөлүштүрүлгөн жана 277,56 kN/m^2тан 8339,90 kN/m^2ка чейин өзгөрөт. Кен катмарлары боюнча вертикалдуу чыңалуулар тегиз бөлүштүрүлгөн, бирок кен катмарынын орун алган тоо тектери менен тийишкен аймактарында секирик сымал коштоо орун алган. Карьердин түбүнөн баштап тоо өндүрүшүнүн горизонтуна чейин вертикалдуу кысуучу чыңалуулар 3,23 kN/m^2тан 936,31 kN/m^2ка чейин өзгөрөт.

КОРУТУНДУ

Диссертациялык иште “Макмал” жер кенин аралаш казып алуудагы карьер астындагы целиктердин чыңалган-деформацияланган абалын баалоо – актуалдуу илимий-техникалык милдетин чечүү берилген.

Аткарылган изилдөөлөрдүн жыйынтыктары төмөндөгү негизги бүтүмдөрдү белгилөөгө мүмкүнчүлүк берет:

1. Биз лабораториялык шарттарда аныктаган жана структуралык алсыздандыруу коэфицентин эске алуу менен массивге кайра эсептелген тоо тектеринин бекемдик мүнөздөмөлөрүнүн маанилери мурда аныкталган тоо тектеринин бекемдик касиеттеринин маанисине караганда 1,34 эсе аз болуп чыкты;
2. Лабораториялык шарттарда куб түрүндө даярдалган үлгүнү өз ара перпендикулярдуу аянттар боюнча тоо тектеринин серпилгич касиеттерин изилдөөнүн жыйынтыгында серпилгичтик модулдарынын жана S1 аянты боюнча жылдыруунун мааниси S2 аянты боюнчагы караганда 1,12 эсе көп экендигин аныктадык.
3. Капталдын карьердин түбү менен тийишкен жактарындагы массивдин бир кылка кошуудагы вертикалдуу кысуучу чыңалуулардын мааниси, массивдин бир кылка эмес кошуудагы маанисине караганда 1,1 эсе аз экендиги аныкталды;
4. Каптал массивдеги вертикалдуу жана горизонталдык чыңалуулардын мааниси бир кылка эмес кошууда, тоо тектеринин капталдагы массивдерин серпилгич касиеттердин анизотропиясын эске алуу менен бир кылка эмес чөйрө катары караган учурдагыга караганда вертикалдуу жана горизонталдык чыңалуулардын мааниси 1,65 эсе чоң экендиги аныкталды.
5. Карьердик целиктердин изотропиядагы вертикалдуу чыңалууларынын мааниси тоо тектеринин серпилгич касиеттеринин анизотропиясын эске алуу менен 1,27 эсе аз экендиги аныкталды.
6. Изилдөөлөрдүн негизги жыйынтыктары «Кыргызалтын» ААКсынын Макмал жер кенинин «Макмалалтын» филиалына жайылтылды (22.05.2017-ж., илимий жыйынтыктарды жайылтуу актысы)

ЖАРЫЯЛАНГАН ЭМГЕКТЕРДИН ТИЗМЕСИ

1. Куваков С.Ж. Оценка устойчивости склона сложного строения по напряженно-деформированному состоянию [Текст]: // Современные проблемы механики сплошных сред, - Бишкек: 2013. 18-й вып., - С. 211-217.
2. Куваков С.Ж. Оценка напряженно-деформируемого состояния склона сложного строения [Текст]: / Н.А. Айткулиев, О.В. Никольская // Сборник материалов научно-практической конференции молодых ученых Кыргызстана «Старт в большую науку». –Бишкек 2013. - С.45-47.
3. Куваков С.Ж. Учет трещиноватости при оценке напряженно-деформируемого состояния породного блока [Текст]: / Куваков С.Ж. // Современные проблемы механики сплошных сред, - Бишкек: 2014. 19-й вып., - С. 229-237.
4. Куваков С.Ж. Моделирование горнотехнических задач с использованием программы Plaxis [Текст]: / С.Ж. Куваков // Современные проблемы механики сплошных сред, - Бишкек: 2014. 20-й вып., - С. 216-222.
5. Куваков С.Ж. Напряженно-деформированное состояние дна карьеров при комбинированной разработке крутопадающих месторождений [Текст] / К.Ч. Кожогулов, С.Ж. Куваков, К.Ж. Усенов, А.П. Алибаев // Геомеханика в горном деле. Доклады Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. – Екатеринбург: 2014.– С.71-79.
6. Куваков С.Ж. Рекомендации по безопасной отработке запасов руды в целиках на руднике «Макмал» [Текст]: / Д.К. Тажибаев, К.Т. Тажибаев, С.Ж. Куваков // Современные проблемы механики сплошных сред, - Бишкек: 2015. 21-й вып., - С. 134-140.
7. Куваков С.Ж. Напряженное состояние подкарьерных целиков при комбинированной разработке месторождения «Макмал» [Текст] / К.Ч. Кожогулов, С.Ж. Куваков // Научно-технические обеспечения горного производства. Труды международной научно-практической конференции «Горные науки в индустриально-инновационном развитии страны». – Алматы: 2015. Том-№ 87 - С.85-89.
8. Куваков С.Ж. Моделирование напряженного состояния подкарьерных запасов при комбинированной разработке рудных месторождений [Текст]: / К.Ч. Кожогулов, С.Ж. Куваков // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. Труды международной конференции «Геодинамика и напряженное состояние недр Земли». –Новосибирск: 2015, №2, - С.14-19.
9. Kuvakov S.Zh. Mathematical modeling of massif state around the mountain road slopes and highland pit [Text]: / S.Zh. Kuvakov, K.Ch. Kozhogulov, G.Dz. Kabaeva // Challenges and innovations in Geotechnics. The 8-th Asian young geotechnical engineers conference. – Astsna: 2016. P. 237-239.
10. Куваков С.Ж. Физико-механические свойства горных пород глубоких горизонтов месторождения «Макмал» [Текст] / С.Ж. Куваков, Г.А.

Кадыралиева, Б.Т. Джакупбеков // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета.– Бишкек: 2016. Том 6, №5. - С. 151-153.

11. Куваков С.Ж. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния прибортовых массивов сложноструктурных сооружений [Текст] / К.К. Абдылдаев, К.Ч. Кожогулов, С.Ж. Куваков // Прогноз и предупреждение тектонических горных ударов и землетрясений: измерение деформации, остаточных и действующих напряжений в горных породах. Материалы первого международного симпозиума. – Бишкек: 2016. - С. 214-220.

12. Куваков С.Ж. Исследование физико-механических свойств на различных глубинах и анизотропии горных пород месторождения Макмал. [Текст] / К.К. Абдылдаев, С.Ж. Куваков, Курманбек уулу Т. // Горная промышленность. – Москва: 2017. №1 (131), - С. 93-95.

13. Куваков С.Ж. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния прибортовых массивов однородного сложения [Текст]: / К.К. Абдылдаев, С.Ж. Куваков, Курманбек уулу Т. // Горная промышленность. – Москва: 2017. №1 (131), - С. 91-93.

14. Куваков С.Ж. Математическое моделирование прибортового массива карьера «Макмал» [Текст]: / С.Ж. Куваков // Наука и инновационные технологии. №3. 5-ая международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии и передовые решения». Бишкек: 2017. - С. 39-42.

15. Куваков С.Ж. Напряженно-деформированное состояния прибортовых массивов и подкарьерных залежей при различных углах падения рудных тел [Текст]: / К.К.Абдылдаев, С.Ж. Куваков, Г.Дж. Кабаева, К.Ч. Кожогулов. // Горная промышленность. – Москва: 2017. №6 (136), - С. 92-94.

16. Куваков С.Ж. Моделирование напряженно-деформированного состояния прибортового анизотропного массива месторождения «Макмал». [Текст]: / К.К. Абдылдаев, С.Ж. Куваков, Курманбек уулу Т., Г.Дж. Кабаева. // Горная промышленность. – Москва: 2017. №6 (136), - С. 94-96.

17. Куваков С.Ж. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния прибортового массива и подкарьерных залежей с породными прослоями [Текст]: / К.К.Абдылдаев, Г.Дж. Кабаева, К.Ч. Кожогулов, С.Ж. Куваков // Горная промышленность. – Москва: 2018. №3 (139), - С. 92-94.

18. Kuvakov S.Zh. Assessment peculiarities of the constructions stability in the areas of affected by mining operations [Text]: / G.A. Kadyralieva, B.T. Dzhakupbekov, S.Zh. Kuvakov // Proceedings of the Second Geo-Institute-Kazakhstan Geotechnical Society Joint Workshop. – Orlando, New-York: 2018. - P. 112-116.

Куваков Сталбек Женишбекович 25.00.20 «Геомеханика, тоо-тектерин жардыруу менен талкалоо, рудник аэрогазодинамикасы жана тоо-кен жылуулук физикасы» адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн «Кобинирлешкен кен казып алуудагы карьер астындагы целиктерин чыналуу абалын моделдештируу (Макмал руднигинин мисалында)» деген темада жазылган диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр: тоо-кен, чыналуу-деформацияланган абалы, сандык ыкма, чектуу элементтердин ыкмасы, Plaxis, физикалык-механикалык касиеттер, математикалык модель, карьердин капталындагы массив, карьер астындагы целик, Макмал кендүү жери, серпилгичтик касиетинин анизотропиясы.

Изилдөө объектиси: Макмал кендүү жеринин карьер астындагы целик.

Изилдөөнүн максаты: Кобинирлешкен кен казып алуудагы карьер астындагы целиктерин чыналуу абалын баалоо.

Изилдөөнүн ыкмалары: тоо-тектердин физикалык-механикалык касиеттерин аныктоо ыкмалары, серпилгич касиетинин анизотропиясын аныктоодогу акустикалык ыкмасы, тажырыйбалык жыйынтыктардын статистикалык мүнөздөмөлөрүн талдоо ыкмасы, сандык ыкма, чектуу элементтердин ыкмасы.

Изилдөө жабдыктары: ультра үндүү жабдык УК-10ПМ, бир окто басуучу БУ-39 жабдыгы, программалык камсыздоочу Plaxis.

Алынган жыйынтыктар жана алардын жаңычылдыгы:
карьердин бортторунун, жер астында иштеп чыгаруучунун, камеранын жана целиктердин параметрлерин аныктоого мүмкүнчүлүгүн камсыздоочу, Макмал кендуу жеринин терен горизонттогу тоо-тектердин физикалык-механикалык касиеттери аныкталды; карьердин капталындагы массивдин туруктуулугун эсептоого жана массивдин чыналуу абалын баалоого мүмкүнчүлүгүн камсыздоочу, серпилгич касиетинин анизотропиясы аныкталды; чыналуу концентрациясынын зонасын табуу жана тоо урууларын алдын ала айтуу мүмкүнчүлүгүн камсыздоочу Макмал кендуу жерин комбинирлешкен иштетуудогу изотроптук жана анизотроптук массивдин чыналуу абалын жана карьер астындагы целктерди баалоого ыкмасын иштеп чыгуу аткарылды.

Колдонуу тармагы: иштелип чыккан ыкмалар пайдалуу кен байлыктар табылган жерлердин карьердин капталындагы массивдин жана карьер астындагы целиктердин чыналуу абалын аныктоого багытталган.

РЕЗЮМЕ

диссертации Кувакова Сталбека Женишбековича на тему: «Моделирование напряженного состояния подкарьерных целиков при комбинированной разработке месторождений (на примере Макмальского рудника)» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 - «Геомеханика, разрушение горных пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Ключевые слова: горная порода, напряженно-деформированное состояние, численные методы, метод конечных элементов, Plaxis, физико-механические свойства, математическая модель, прибортовой массив, подкарьерный целик, месторождение Макмал, анизотропия упругих свойств.

Объект исследования: подкарьерный целик месторождения Макмал.

Цель исследования: оценка напряженного состояния подкарьерных целиков при комбинированной разработке месторождение.

Методы исследования: методы определения физико-механических свойств горных пород, акустический метод определения анизотропии упругих свойств, численные методы, метод конечных элементов, метод анализа статистических характеристик экспериментальных данных.

Аппаратура исследований: ультразвуковой прибор УК-10ПМ, прибор одноосного сжатия БУ-39, программное обеспечение Plaxis.

Полученные результаты и их новизна:
определены физико-механические свойства горных пород на глубоких горизонтах месторождения Макмал, позволяющие определить параметры бортов карьера, подземных горных выработок, камер и целиков; определена анизотропия упругих свойств горных пород, позволяющая учитывать их в расчетах устойчивости прибортового массива, напряженного состояния массива горных пород; разработана методика оценки напряженного состояния изотропного и анизотропного прибортового массива и подкарьерных целиков при комбинированной разработке месторождения Макмал, позволяющая выявить зоны концентрации напряжений и прогнозировать горные удары.

Область применения: разработанные методы ориентированы для определения напряженного состояния прибортовыого массива горных пород и подкарьерных целиков месторождений полезных ископаемых.

RESUME

dissertation of Kuvakov Stalbek Zhenishbekovich on a theme: «Modeling stress stain of under career pillars of combined development of deposits (for example Makmal mine)» on competition of a scientific degree of Cand.Tech.Sci., specialty 25.00.20 - «Geomechanics, destruction of rocks by explosion, miner aerogasdynamics and mountain thermal physics»

Keywords: rock, stress-deformation stain, numerical method, finite element method, Plaxis, physical-mechanical properties, mathematical modeling, near-field massive, under career pillars, Makmal deposits, anisotropy of elastics properties.

Subject of researches: under career pillars of Makmal deposits.

The purpose of research: strass stain assessment of under career pillars of combine system development.

Research methods: determination method of physical-mechanical properties of rock, acoustic method determination of anisotropy of elastics proporties, numerical method, finite element method, a method of the analysis of statistical characteristics of experimental data.

Equipment of researches: ultrasonic device UK-10PM, uniaxial compression devise BU-39, software Plaxis.

The gained results and their novelty:
the physicomechanical properties of the rocks on the deep horizons of the Makmal deposit are determined, allowing to determine the parameters of the pit walls, underground mine workings, chambers and pillars; the anisotropy of the elastic properties of rocks is determined, allowing them to be taken into account in the calculations of the stability of the near-surface massif and the stress state of the rock massif; A technique has been developed for estimating the isotropic and anisotropic near-wall array and podkarer pillars in the combined development of the Makmal field, which allows identifying stress concentration zones and predicting rock blows.

Application area: The developed methods are oriented to determine the stress state of the near-side massif of rocks and podcaryl pillars of mineral deposits.