

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՄՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ**

ԲԱԼԱՍԱՆՅԱՆ Լուսինե Սուրիկի

**ՏԵԿՆՈՆԱԿԱՆ ԽԱԽՏՈՒՄՆԵՐՈՎ ԹՈՒԼԱՑԱԾ ԿՈՂՈՎ ԼԵՌՆԱՅԻՆ
ԲԱՑԱՀԱՆՔՈՒՄ ՀԱՆՔԱՔԱՐԻ ՏԵՂԱՓՈԽՄԱՆ ՈԱՑԻՈՆԱԼ
ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ**

ԻԴ.02.01 - «Օգտակար հանածոների հանքավայրերի մշակում և շահագործում»
մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական
աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ 2022

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА
РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ**

БАЛАСАНЫН Лусине Суриковна

**РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ
РУДЫ ПО ОСЛАБЛЕННОМУ ТЕКТОНИЧЕСКИМИ НАРУШЕНИЯМИ
БОРТУ НАГОРНОГО КАРЬЕРА**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности ԻԴ.02.01 - "Разработка и эксплуатация месторождений полезных
ископаемых"

ԵՐԵՎԱՆ 2022

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի (ՀԱՊՀ) գիտական խորհրդում:

Գիտական ղեկավար՝

տ.գ.դ. Լևոն Անդրանիկի Մանուկյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

տ.գ.դ. Արմեն Հենրիկի Հովհաննիսյան

տ.գ.թ. Հայկ Հարությունի Ալավերդյան

Առաջատար կազմակերպություն՝

Երևանի պետական համալսարան

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է 2022թ. մայիսի 27-ին, ժամը 15:00-ին Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանում (ՀԱՊՀ) գործող ՀՀ ԲՈԿ-ի «Մետալուրգիա և նյութագիտություն» մասնագիտական խորհրդի (թվանիշ 031) «Օգտակար հանածոների հանքավայրերի մշակում և շահագործում» ենթախորհրդի (թվանիշ՝ ԻԴ 02.01) նիստում: Հասցե՝ 0009, ք. Երևան, Տերյան փ., 105:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀԱՊՀ-ի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 2022թ. ապրիլի 01- ին:

031 Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար, տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆ.



Ա.Ա. Հովհաննիսյան

Тема диссертации утверждена Ученым советом Национального политехнического университета Армении (НПУА).

Научный руководитель:

д.т.н. Левон Андраникович Манукян

Официальные оппоненты:

д.т.н. Армен Генрикович Оганесян

к.т.н. Айк Арутюнович Алавердян

Ведущая организация:

Ереванский Государственный университет

Защита диссертации состоится 27 мая 2022 г. в 15⁰⁰ ч на заседании под совета “Разработка и эксплуатация месторождений полезных ископаемых” (шифр ԻԴ.02.01) Специализированного совета “Металлургия и материаловедение” (шифр 031) ВАК РА, действующего при НПУА, по адресу: 0009, г. Ереван, ул. Теряна, 105.

Автореферат разослан 01 апреля 2022 г.

Ученый секретарь Специализированного совета 031, докт. тех. наук, профессор



А.М. Оганесян

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի թեմայի արդիականությունը: Ներկայումս Հայաստանի Հանրապետությունում գործող լեռնահանքային ձեռնարկությունների մինչև 250...550 մ խորությամբ բացահանքերի շահագործումը կատարվում է խիստ կտրուկաձև տեղանքային և բարդ ռելիեֆային պայմաններում, որտեղ հնարավոր երկրաշարժերի դեպքում գրունտների տատանման արագացումը կարող է հասնել մինչև 0,4g: Այդպիսի պայմաններում լեռնային ձեռնարկության տեխնիկական հագեցվածության, ռացիոնալ տեխնոլոգիական պրոցեսների առկայության և լեռնային աշխատանքների ռացիոնալ կազմակերպման հետ միասին բացահանքում հանքաքարի արդյունահանման շահավետությունը զգալիորեն պայմանավորված է բացահանքի աշխատանքային կողերի թեքության անկյան որոշման օպտիմալ նախագծային լուծումների մշակման հետ: Այս կարևոր խնդիրը ավելի է բարդանում, երբ բացահանքի կողը «նստած է» դեպի բացահանքի մշակված տարածությունը անկում ունեցող տեկտոնական խախտումների վրա: Այդ պատճառով մի շարք խոշոր լեռնահանքային ձեռնարկություններում բացահանքերի մշակման տարբեր փուլերում տեղի են ունեցել խոշոր փլուզումներ, որտեղ լեռնային բացահանքի աշխատանքային կողերի վրա սողանքային դեֆորմացիաների առաջացման և զարգացման հիմնական պատճառը եղել է տարբեր տիպերի տեկտոնական խախտումների առկայությունը:

Լեռնային բացահանքերում տեկտոնական խախտումների առկայության դեպքում, հանքաքարի արդյունահանման նպատակով կատարվող լեռնային աշխատանքների անվտանգ և ռացիոնալ եղանակներով կատարման համար այլ կարևոր խնդիրների լուծման հետ միասին խիստ արդիական է նաև բացահանքի կողերի վրա լեռնային ապարային զանգվածի վիճակի կառավարման հիմնահարցի լուծումը: Հաշվի առնելով, որ բացահանքում հանքաքարի արդյունահանման ինքնարժեքի զգալի մասը կազմում են տրանսպորտային ծախսերը, առաջ է գալիս նաև տեկտոնական խախտումներով թուլացած բացահանքի կողով մինչև հանքաքարի ընդունման հրապարակ հանքաքարի՝ սեփական կշռի ազդեցությամբ տեղափոխման խնդրի լուծման անհրաժեշտությունը: Այստեղ անհրաժեշտ է դառնում նաև հանքաթեքատներով հանքաքարի գրավիտացիոն եղանակով անվտանգ թողանցման պրոցեսի ուսումնասիրումը ֆիզիկական մոդելավորման մեթոդներով:

Այդ կապակցությամբ ատենախոսության թեման՝ նվիրված տեկտոնական

խախտումներով թուլացած կողով լեռնային բացահանքում հանքաքարի տեղափոխման ռացիոնալ տեխնոլոգիայի մշակմանը, արդիական խնդիր է:

Հետազոտման նպատակը և խնդիրները: Ատենախոսական աշխատանքի նպատակը՝ լեռնային բացահանքում տեկտոնական խախտումների վրա հենված թուլացած աշխատանքային կողի կայունության կառավարումն ու այդ կողով հանքաքարի գրավիտացիոն եղանակով թողանցման նոր տեխնոլոգիական սխեմայի ռացիոնալ պարամետրերի հիմնավորումն է:

Առաջադրված նպատակին հասնելու համար լուծվել են հետևյալ խնդիրները:

- տեկտոնական խախտումներով թուլացած բացահանքի կողով լեռնային զանգվածի գրավիտացիոն եղանակով թողանցման նոր եղանակի մշակում,
- տեկտոնական խզվածքով թուլացած կողի վրա հանքաթեքատի կառուցման համար թողնված բնամասի պարամետրերի որոշում,
- հանքաթեքատների կոնստրուկտիվ պարամետրերի մշակում,
- հանքաթեքատով հանքաքարի թողանցման պրոցեսի հետազոտում և ռացիոնալ պարամետրերի մշակում՝ ֆիզիկական մոդելային հետազոտություններով:

Պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները:

1. Տեկտոնական խզվածքով թուլացած բացահանքի աշխատանքային կողի կայունության բարձրացումը և կառավարումը կատարվում է շնորհիվ վերջինիս տարածման ուղղությամբ լեռնային ապարային զանգվածի բնամասերից հենապատերի կառուցմամբ:

2. Բացահանքի թուլացած կողով վերին հորիզոններից դեպի ներքևի ընդունող հրապարակները հանքաքարի թողանցման հուսալիությունը պայմանավորված է բնամասի տեսքով հենապատի վրա հանքաթեքատի կառուցմամբ:

3. Հանքաթեքատով հանքաքարի թողանցման շահավետությունը կախված է բնամասի տեսքով հենապատի վրա կառուցվող հանքաթեքատի կոնստրուկտիվ պարամետրերից:

4. Հանքաթեքատով թողանցվող հանքաքարի չափերի, արտաքին շփման անկյան, և խոնավության ազդեցությունը, ինչպես նաև հանքաթեքատի սահմաններից դուրս ապարակտորների թռիչքի պարամետրերը որոշվել են ֆիզիկական մոդելային հետազոտություններով:

Աշխատանքի գիտական նորույթը:

- առաջին անգամ մշակվել է տեկտոնական խզվածքով թուլացած բացահանքի կողի կայունության կառավարման եղանակ՝ հիմնված այդ կողի վրա հատած բուրգի տեսքով բնազանգված-հենապատի կառուցման հետ,

- առաջին անգամ մշակվել է բացահանքի թուլացած կողի կառավարման հատած բուրգի տեսքով բնազանգված-հենապատի և դրա վրա կառուցվող հանքաքարի գրավիտացիոն եղանակով թողանցման հանքաթեքատի կոնստրուկտիվ պարամետրերը,

- մոդելային հետազոտությունների հիման վրա մշակվել է հանքաթեքատի սահմաններից դուրս ապարակտորների թռիչքի պարամետրերի որոշման մեթոդիկա:

Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը: Տեկտոնական խզումներով թուլացած կողերով լեռնային բացահանքի անվտանգ և շահավետ մշակումը նշանակալից կերպով պայմանավորված է տվյալ ատենախոսական աշխատանքում մշակված գիտական և գիտատեխնիկական լուծումների օգտագործմամբ և ներդրմամբ: Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ տեկտոնական խզվածքով թուլացած բացահանքի կողը գտնվում է խզվածքի տարածմամբ մշտական դեֆորմացիաների զարգացման, սեյսմիկ ազդեցությունների և բացահանքում կատարվող պարբերաբար պայթեցումների դինամիկ ազդեցության տակ, մեծանում է լեռնային զանգվածի խոշորամասշտաբ փլուզումների առաջացման ռիսկը: Բացահանքի կողի վրա բրգածն բնազանգված հենապատի և վերջինիս վրա հանքաթեքատի կառուցումը հնարավորություն է տալիս հանքաքարը գրավիտացիոն եղանակով թողանցել բացահանքի վերին հորիզոններից դեպի ներքին ընդունող տարողություններն ու հրապարակները: Դրա շնորհիվ նշանակալից կերպով կրճատվում են տրանսպորտային ծախսերը և, բացի դրանից, շնորհիվ բնազանգված հենապատի առկայության, հնարավորություն է ստեղծվում նվազեցնել թուլացած կողի վրա դեֆորմացիաների զարգացումը:

Կախված բացահանքի թուլացած կողի հանքաստիճաններից հանվող հանքաքարի ծավալներից, ատենախոսությունում մշակվել են բնազանգված-հենապատի և դրա վրա կառուցվող հանքաքարի գրավիտացիոն եղանակով թողանցման հանքաթեքատի կոնստրուկտիվ պարամետրերը:

Ֆիզիկական մոդելային հետազոտություններով մշակված կախվածությունները հնարավորություն են տալիս գնահատել բացահանքում լեռնային զանգվածի կտորների չափերի և խոնավության ազդեցությունը

հանքաթեքատով ապարակտորների թողանցման բնութագրիչների վրա: Կատարվել են նաև հանքաթեքատի սահմաններից դուրս թողանցվող ապարակտորների թռիչքի պարամետրերի, ինչպես նաև թռիչքի հեռավորության և անվտանգ գոտու որոշման մոդելային հետազոտություններ:

Ատենախոսության տեսական, տեղեկատվական և մեթոդական հիմքերը:

Ատենախոսության թեմայի կատարման համար հիմք են ծառայել հայրենական և արտասահմանյան դասական և ժամանակակից աշխատությունները: Հետազոտության համար տեղեկատվական հիմք են հանդիսացել հրապարակված պաշտոնական տեղեկատուները, ինչպես նաև տեխնիկական պարբերականները, պատենտները, ԳՈՍՏ-երը և այլն:

Հետազոտությունների ընթացքում կիրառվել են համակարգչային, մաթեմատիկական վերլուծության, անալիտիկ, գրաֆոանալիտիկ մեթոդները և այլն:

Աշխատանքի արդյունքների փորձարկումը և հրապարակումները:

Ատենախոսական աշխատանքի հիմնական հետազոտությունների գիտական արդյունքները և դրույթները զեկուցվել և քննարկվել են ՀԱՊՀ 2016, 2017, 2018 և 2019 թ.թ. տարեկան գիտաժողովներում:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները և արդյունքները հրատարակված են 7 գիտական աշխատանքներում: Թեմայի վերաբերյալ ստացված է գյուտի մեկ արտոնագիր:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլխից, ընդհանուր եզրակացություններից, 119 անուն օգտագործված գրականության ցանկից և հավելվածից: Այն շարադրված է համակարգչային տպագիր 140 էջի վրա, ներառում է 26 նկար և 15 աղյուսակ:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ներածությունում հիմնավորվել է ատենախոսության թեմայի արդիականությունը և շարադրված է աշխատանքի հիմնական դրույթների համառոտ բնութագիրը, ձևակերպվել են հետազոտության նպատակն ու խնդիրները, ցույց են տրվել աշխատանքի գիտական նորույթն ու գործնական նշանակությունը:

Առաջին գլխում բերված է բարդ ռելիեֆային պայմաններում տեղադրված լեռնային բացահանքերում հանքաթեքատների և ապարաթեքատների

կիրառման փորձի և լեռնային զանգվածի գրավիտացիոն եղանակով տեղափոխման եղանակներին նվիրված հայրենական և արտասահմանյան գրականության աղբյուրների վերլուծությանը: Տույց է տրվել, որ լեռնոտ ռելիեֆային պայմաններում տեղադրված հանքավայրի բացման կարևոր հարցերի հետ միասին լեռնային ապարային զանգվածի տեղափոխումը մնում է հիմնական ու պատասխանատու խնդիրներից մեկը:

Համաշխարհային փորձի վերլուծության արդյունքում պարզվել է, որ լեռնային բացահանքերում ապարային զանգվածի ռացիոնալ տեղափոխման համար առավել նպատակահարմար է կիրառել տրանսպորտի հատուկ տեսակներ, մասնավորապես, այնպիսի տեխնոլոգիական կոմպլեքսներ, որոնց մեջ մտնում են գրավիտացիոն տրանսպորտի եղանակները: Ապարա- և հանքաթեքատների կառուցումը լեռնային բացահանքում կապված է համեմատաբար քիչ լեռնակապիտալ ծախսերի հետ, ինչը պայմանավորված է բաց լեռնային աշխատանքների կատարման ավելի քիչ ծավալների և թեքատների անցման համար արտանետումով պայթեցումներ կատարելու հնարավորությամբ:

Ներկայումս հեռավոր արտասահմանյան երկրների լեռնային բացահանքերում հայտնի են հանքա- և ապարաթեքատների կիրառման բազմաթիվ օրինակներ: Վերջիններս որպես լեռնային զանգվածի թողանցման տրանսպորտային եղանակ օգտագործվել են Տայմիշիտի (Հարավսլավիա) հանքաքարային բացահանքում, Պենմենմոորի, Տրեվորի (Մեծ Բրիտանիա) խճաքարային բացահանքերում, Նոր Օնտարիո (Կանադա), Կուախոնե (Պերու) պղինձ-հանքաքարային, Էլ-Սալվադոր (Չիլի) բացահանքում, Մուսանսկի (Հյուսիսային Կորեա) բացահանքում, ցեմենտի գործարանի (Հարավային Կորեա) բացահանքում, ինչպես նաև Գերմանիայի և ԱՄՆ-ի բացահանքերում:

Այս գլխում կարևորվել է լեռնային բացահանքերում տեկտոնական խախտումներով թուլացած բացահանքի կողերի կառավարման հիմնահարցը, քանի որ վերջինիս նվիրված հայտնի հետազոտություններում այն բավարար մակարդակով ուսումնասիրված չէ:

Երկրորդ գլխում կատարվել է բացահանքի մերձկողային ապարային զանգվածի տեկտոնական խախտումներից և դինամիկ ազդեցություններից առաջացած լարվածա-դեֆորմացիոն վիճակի փոփոխությունների ուսումնասիրում:

Տեկտոնական խախտումներով թուլացած Քաջարանի բացահանքի հարավ-արևմտյան կողի կայունության որոշման ժամանակակից մեթոդներով

հաշվարկներում հնարավոր չէ բավարար ճշտությամբ հաշվի առնել ապարային զանգվածում օբյեկտիվորեն գոյություն ունեցող մի շարք գործոնների ազդեցությունները, այդ թվում տեկտոնական խզվածքի, նրա կախված կողին հարակից ջարդրտված և ճեղքավորված ապարային զանգվածի առկայության և դինամիկ գումարային ազդեցությունները:

Քաջարանի բացահանքի հարավ-արևմտյան կողի կենտրոնական տեղամասում Տաշտունի խզվածքը հատած հորատանցքերի տվյալներով պարզվել է, որ 50-55 մ հզորությամբ և դիպի մշակված տարածությունը ուղղված, հորիզոնի նկատմամբ՝ 45-50° անկման անկյուն ունեցող խզվածքի կախված կողը ներկայացված է կիսաժայռային, հիդրոթերմալ փոփոխված, երկաթայնացված մոնցոնիտներով, որոնք ճնրթվածության գոտուց կտրուկ սահմանափակվում են տեկտոնական կարով՝ բաղկացած շփման կավից: Տաշտունի խզվածքի ազդեցությամբ է պայմանավորված բացահանքի հարավ-արևմտյան կողին հարող տարածքներում դեռ անցյալ դարում հայտնաբերված դեֆորմացիաները, ցույց տրված ստորև նկ.1 և նկ. 2- ի վրա: Նկ. 1- ի վրա երևացող դեյուվյալ կազմավորումներում առաջացած ճեղքի լայնությունը կազմում է 40 սմ, խորությունը՝ 8.7 մ, իսկ նկ. 2- ի վրա ցույց տրված շուրջ 5 սմ լայնությամբ դեֆորմացիաները հայտնաբերվել են պորֆիրային գրանոդիորիտներում:



Նկ. 1. Դեյուվյալ գոյացումներում սողանքի մարմնի պոկման ճեղքը

Նկ. 2 Պորֆիրային գրանիտներում առաջացած ճեղք, շուրջ 5 սմ բացվածքով

Այս գլխում բերված են նաև Քաջարանի բացահանքում ապարների ճեղքավորվածության ուսումնասիրման արդյունքները, քանի որ տեկտոնական խզվածքով թուլացած Քաջարանի բացահանքի կողի կայունությունը զգալիորեն պայմանավորված է նաև ապարների ճեղքավորվածությամբ, որոնք բնորոշում են ապարների բլոկայնությունը:

Դաշտային ուսումնասիրությունների կատարման ժամանակ լեռնային

զանգվածը ապարային բլոկների բաժանման ճեղքերը դասակարգվել են ըստ դրանց անկման անկյան մեծության: Առանձնացվել են ուղղաձիգ ճեղքերը, որտեղ անկման անկյունը կազմում է 80-90°, զառիթափ՝ անկման անկյունը 45-80°, սակավաթեք՝ անկման անկյունը 10-45° և հորիզոնական՝ ճեղքերի անկման անկյունը 0-10°: Չափումները ցույց են տվել, որ հանքաստիճանների վրա տարածում ունեն նաև անկյունագծային, երկայնական և լայնական տարածման ճեղքերը: Քաջարանի բացահանքի հարավ- արևմտյան կողի տարբեր հորիզոնների և տեղամասերի լեռնային ապարների ճեղքավորվածության ուսումնասիրման հետևանքով կազմվել են շրջանային դիագրամներ: Ամեն դիագրամի մեջ ընդգրկվել են 100-120 չափումների արդյունքները: Ճեղքերի պարամետրերը բերված են աղ. 1-ում:

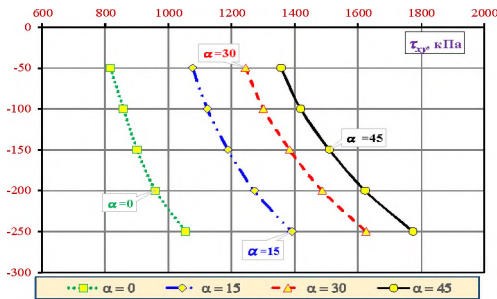
Աղյուսակ 1

Ճեղքերի համակարգերը	10 գծամետր տեղամասի վրա ճեղքերի թիվը	Ճեղքերի միջև հեռավորությունը, մ	Ճեղքերի համակարգերը	10 գծամետր տեղամասի վրա ճեղքերի թիվը	Ճեղքերի միջև հեռավորությունը, մ
Բացահանքի արևելյան և հյուսիս արևելյան տեղամաս					
II	11	0,9	VI	-	-
III	17	0,6	VII	25	0,4
IV	20	0,5	VIII	14	0,7
V	12	0,3	IX	-	-
Բացահանքի արևմտյան և հարավ- արևմտյան տեղամաս					
II	17	0,6	VI	9	0,9
III	-	-	VII	33	0,3
IV	12	0,8	VIII	11	0,9
V	14	0,4	IX	-	-

Բացահանքի թուլացած կողի վրա լրացուցիչ ազդեցություն է գործում նաև լեռնային բացահանքի վերևի հորիզոնի եզրից տարածվող լեռնային ապարային բնական լեռնալանջը:

Ատենախոսական աշխատանքում կատարվել է Քաջարանի բացահանքի վերին հորիզոնի վրա «նստած» բնական լանջի լեռնային ապարների զանգվածի բաղադրիչի ազդեցության տակ գտնվող և բացահանքի հարավ-արևմտյան մերձկողային տեղամասերում լեռնային զանգվածում լարվածությունների զարգացման և բաշխման մաթեմատիկական մոդելավորում՝ վերջնական տարրերի մեթոդի մաթեմատիկական ապարատի օգտագործմամբ: Կոնկրետ օրինակի համար որոշվել են բացահանքի կողի ստորին, միջին և վերին

տեղամասերի մակերևույթներին մոտ գտնվող կետերում՝ հորիզոնական (σ_x), ուղղահայաց (σ_y) և շոշափող (τ_{xy}) լարումների մեծությունները: Բացահանքի հարավ-արևմտյան կողի պայմաններում, ըստ խորության, մաթեմատիկական մոդելավորմամբ ստացված արդյունքներով մշակվել են կախվածություններ, որոնք հնարավորություն են տալիս դիտարկված կետերում որոշել նորմալ և շոշափող լարումների մեծությունները, կախված լեռնալանջի՝ հորիզոնի նկատմամբ ունեցած թեքության անկյուններից ($\alpha = 0...45^\circ$), *ինչը ցույց է տրվել նկ. 3-ի վրա:*



Նկ.3. Բացահանքի կողում ուղղահայաց ուղղությամբ դիտարկված կետերում τ_{xy} շոշափող լարումների փոփոխությունը

Մոդելավորման արդյունքները ցույց են տալիս, որ բացահանքի հետազոտվող կողի վրա վերցված ստորին, միջին և վերին կետերում, կախված բացահանքի վերջին աստիճանից տարածվող բարձունքային լանջի հորիզոնի նկատմամբ ունեցած թեքության անկյունից, լարումները զգալիորեն մեծանում են:

Երրորդ գլխում մշակվել է տեկտոնական խախտումներով թուլացած բացահանքի հարավ-արևմտյան կողի լեռնային զանգվածի դեֆորմացիաների կառավարման և հանքաքարի գրավիտացիոն եղանակով թողանցման տեխնոլոգիական նոր սխեմա: Հաշվի առնելով կողի վերին հորիզոնների զգալի բարձրությունը և հեռավորությունը հանքաքարի ընդունման հանքիջանցքներից, խիստ այժմեական է Քաջարանի բացահանքի հարավ-արևմտյան կողի վրա հանքաթեքատի կառուցումը: Լեռնային զանգվածի գրավիտացիոն եղանակով տեղափոխման նոր եղանակը բացահանքի խզվածքին հարող կողի լարվածային-դեֆորմացիոն ազդեցությունների նվազեցման հետ մեկտեղ կրճատում է նախապատրաստական աշխատանքների ծավալները: Դա ունի նաև սկզբունքային նշանակություն, քանի որ հնարավոր է դառնում,

տեկտոնական խզվածքի ազդեցությունների նվազեցման նպատակով, բացահանքի կողի ամբողջ բարձրությամբ ձևավորել բնազանգված-հենապատ՝ զգալիորեն կրճատելով հանքաքարի անվերադարձ կորուստների ծավալները:

Տեկտոնական խախտումներով թուլացած բացահանքի կողի լեռնային զանգվածի մեխանիկական եղանակով կայունության կառավարման և ՀՀ արտոնագրով պաշտպանված (արտոնագիր № 3137 А) հանքաքարի գրավիտացիոն եղանակով թողանցման տեխնոլոգիական նոր եղանակը ցույց է տրված նկ. 4 - ի վրա:

Բնազանգված- հենապատին տալիս են հատած բուրգի տեսք, իսկ հավաքող հանքաթեքատների և աշխատանքային հարթակների միջև տրանսպորտային կապը իրականացնում են բուրգի կողային նիստերի մակերևույթների վրա ձևավորվող ավտոճանապարհներով:

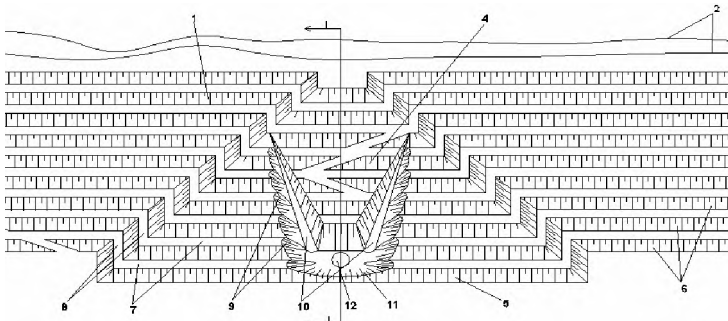
Բացահանքի աշխատանքային կողի վրա թողնված բրգաձև բնազանգված- հենապատը իր վրա կրելով բացահանքի վերին հորիզոնի եզերքի վրա «նստած» բնական լեռնալանջի ապարների զանգվածը և թուլացնելով բացահանքի կողի լարվածային -դեֆորմացիոն վիճակը հնարավորություն է տալիս նաև.

- կառավարել տեկտոնական խզվածքի ազդեցությունների նվազեցման նպատակով նախագծով նախատեսված հանքաքարից թողնված բնամասերի չափերը ,

- մշտապես պահպանել տրանսպորտային կապերը տարածության մեջ իրենց դիրքերը անընդհատ փոփոխող մշակվող հանքաստիճանների և բնազանգված-հենապատի վրա ձևավորված, բացահանքի շահագործման ամբողջ ընթացքում անփոփոխ դիրքի, հավաքող և մայրուղային հանքաթեքատների և հանքաքարի կուտակարանի միջև:

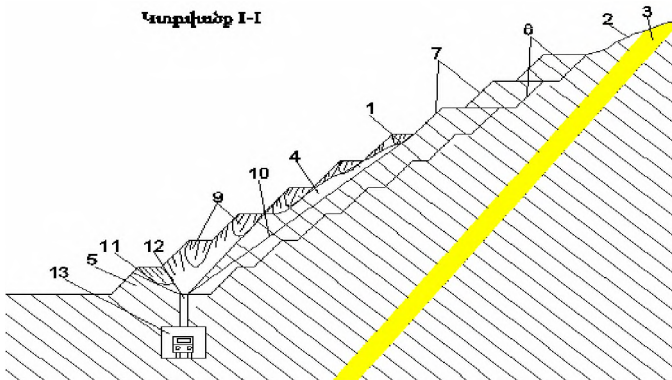
Առաջարկվող եղանակի էությունը պարզաբանվում է գրաֆիկական նյութերով, որտեղ նկ. 4-ում պատկերված է լեռնային բացահանքի կողը պլանում, նկ. 5-ում՝ նրա կտրվածքը ըստ I - I գծի:

Առաջարկվող տեխնիկական լուծումը հնարավորություն է տալիս նաև ի հաշիվ բնազանգված հենապատի վերին մասում թողնված ավտոճանապարհների, բացահանքի կողի մշակման ընթացքում հեռացնել մակաբացման ապարները, ավտոինքնաթափերով անարգել անցնելով բնազանգված-հենապատի մի կողմից մյուսը:



Նկ. 4. Լեռնային բացահանքի տեկտոնական խզվածքով թուլացած կողի կայունության կառավարման եղանակ

1- աշխարանքային կող, 2- բնական լեռնականջ, 3- տեկտոնական խզվածք, 4- բրզաձև բնազանգված-հենապատ, 5- բնազանգված-հենապատի լայն հիմք, 6- բացահանքի հանքաստիճաններ, 7- նախկինում անցած հանքաստիճաններ, 8- ավտոտրանսպորտային կապ, 9- հավաքող թեքափորներ, 10- մայրուղային հանքաթեքափորներ, 11- թեք պատերով հորանաբերան, 12- հանքիջանցք:



Նկ. 5. Տեկտոնական խզվածքով թուլացած կողի վիճակի կառավարման եղանակը ըստ կարվածքի I-I գծի

Բացի դրանից, բացահանքի կողի վերին մասերում առկա նախկինում անցած հանքաստիճաններից (7) հանքաքարը հնարավոր է նաև ավտոտրանսպորտով տեղափոխել մինչև բրզաձև բնազանգված հենապատի (4) համապատասխան աշխատանքային հարթակ և գրավիտացիոն եղանակով թողանցել մինչև հանքիջանցք (12): Կախված լեռնա-տեխնիկական

պայմանների բարդության աստիճանից, բացահանքի կողում տեկտոնական խզվածքի և բնական լեռնալանջի համալիր ազդեցության պայմաններում բացահանքի ամրացվող կողի (1) վրա կարող են ձևավորվել մեկից ավելի քրզածն բնազանգված-հենապատեր (4):

Չորրորդ գլխում հանքաթեքատներով լեռնային ապարային զանգվածի թողանցման պրոցեսի մոդելային հետազոտություններով ուսումնասիրման նպատակով մշակվել են տարբեր կոնստրուկցիաների մոդելային ստենդներ:

Պատրաստվել են փայտե մոդելներ (ճոռեր), բերված նկ. 6 ա) և 6 բ) - ի վրա: Վերջիններիս թեքման անկյունները հորիզոնի նկատմամբ կարող են փոփոխվել 40° - 80° սահմաններում և կախված են մոդելավորման փորձի կատարման ելակետային պայմաններից: Լեռնային ապարային զանգվածի հանքաթեքատներով թողանցման պրոցեսի մոդելային ստենդներով ուսումնասիրման համար վերցվել են «Զանգեզուրի ՊՄԿ» ՓԲԸ Քաջարանի բացահանքի հանքաքարի մանր չափամասերի ապարակտորներ: Վերջիններս չափերի հարաբերությունը բնական պայմաններում ապարակտորների չափերի հետ, ինչպես նաև մոդելային ստենդների չափերը վերցված են 1:100 մասշտաբի:

Հանքաթեքադի մոդել ուղիղ առանցքով (նկ.6 ա): Հանքաթեքադի մոդելի կտրվածքը սեղանաձև է և փորձարկումների ժամանակ որպես ապարային զանգվածի թողանցման հիմք հանդիսանում են.

- մոդելի հիմքի վրա սոսնձով ամրացված 0,5 մմ-ից փոքր ապարային չափամասերը,
- մոդելի հիմքի երկարությամբ ամրացված մետաղե թիթեղը:

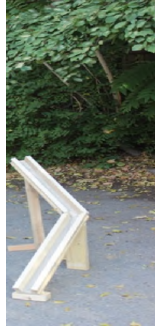
Մոդելային հետազոտությունների կատարման ժամանակ ապարակտորների թողանցման համար մոդելային ստենդին համապատասխան թեքության անկյունն ապահովվում է մոդելի հիմքի վրա նախատեսված առանձին անշարժ հենարանների տեղադրման միջոցով:

Բեկված առանցքով հանքաթեքադի մոդել (նկ.6 բ): Հանքաթեքադի մոդելը իրենից ներկայացնում է հատակագծում բեկված առանցքով և միմյանց հետ հողակապերով միացված երկու կամ ավելի հատվածամասերից բաղկացած փայտե ճոռ: Դա հնարավորություն է տալիս թողանցման գործընթացի կառավարման միջոցով նվազեցնել լեռնային զանգվածի կինետիկ էներգիան:

Հողակապերով միմյանց միացված երկու կամ ավելի հատվածամասերի անկյունները հնարավոր է փոփոխել իրարից անկախ: Դրանց աշխատանքային անկյունները հորիզոնի նկատմամբ կարող են փոփոխվել 40° - 80° սահմաններում:



ա)



բ)

Նկ. 6. Բացահանքի կողի վրա կառուցված հանքաթեքափով լեռնային զանգվածի թողանցման պրոցեսի ուսումնասիրման մոդելային սպեղներ

Որոշվել են լեռնային ապարների թողանցման ժամանակ հանքաթեքատի սահմաններից դուրս ապարակտորների թռիչքի պարամետրերը, ինչպես նաև հանքաթեքատով թողանցվող լեռնային զանգվածի թռիչքի հեռավորությունն ու անվտանգ գոտու չափերը, ինչը ցույց է տրվել նկ. 7-ի վրա:

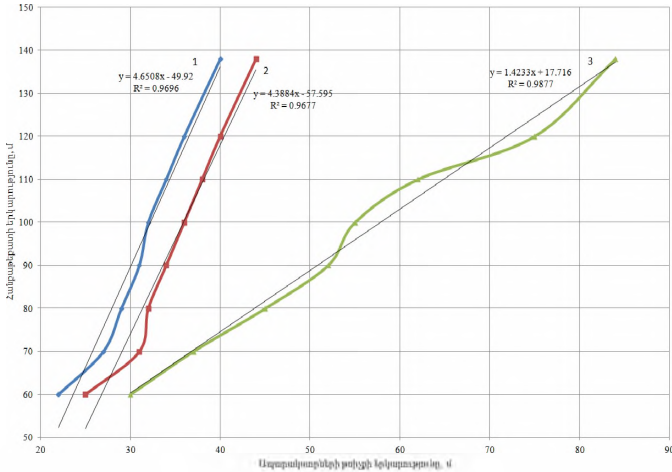
Լաբորատոր գիտափորձերի դիտարկման արդյունքում լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

- հանքաթեքատի թեքության տարբեր անկյունների դեպքում ապարների կտորների շարժման արագության որոշում,
- հանքաթեքատի տարբեր կառուցվածքային պարամետրերի դեպքում հանքաթեքատից կտորների թռիչքի հեռավորության որոշում,
- հանքաթեքատի թեքման տարբեր անկյունների դեպքում թողանցվող նյութի պարամետրերի որոշում,
- հանքաթեքատով ապարների կտորների շարժման արագության վրա կտորների մեծության և խոնավության ազդեցության որոշում:

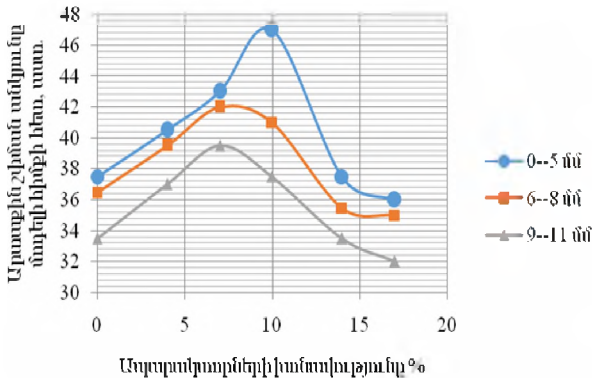
Մոդելավորման փորձարկումների տվյալներով մշակվել են տարբեր խոնավության ապարակտորների մասնիկների և հանքաթեքատի մոդելի հատակի միջև արտաքին շփման անկյան փոփոխության կախվածությունները, բերված նկ. 8-ի վրա:

Իրականացվել է մոդելավորման ստեղծներով ապարակտորների թողանցման փորձարարական հետազոտություններ, որի արդյունքում վերջիններիս հանքաթեքատների սահմաններից թռչելով ենթարկվել են նաև ցրման հանքաքարի ընդունման հրապարակում՝ հանքաթեքատի հիմքից տարբեր ուղղություններով: Մոդելավորմամբ ստացված ապարակտորների

թռիչքի տվյալների հարաբերական շեղումը հաշվարկայինից կազմել է շուրջ 10-20%, ինչը վկայում է հանքաթեքատով լեռնային զանգվածի թողանցման անվտանգ գոտու չափերի որոշման անալիտիկ արտահայտության բավարար չափով ճշտության մասին:



Նկ.7 Ապարակորների թռիչքի հեռավորության կախվածությունը մոդելային սրբենդի երկարու թյունից և առանձին հարվածամասերի թեքության անկյուններից;
 1-մոդելի հարվածամասերի թեքության անկյունները $\alpha_1 = 45^\circ$, $\alpha_2 = 50^\circ$; 2- նույնը՝ $\alpha_1 = 50^\circ$, $\alpha_2 = 55^\circ$; 3- նույնը՝ $\alpha_1 = 55^\circ$, $\alpha_2 = 60^\circ$



Նկ. 8. Տարբեր խոնավության ապարակորների մասնիկների և հանքաթեքափ մոդելի հարակի միջև արտաքին շփման անկյան փոփոխության կախվածությունները

Կատարվել է Քաջարանի բացահանքի հարավ արևմտյան կողով

հանքաքարը մինչև ընդունման հրապարակ ավտոինքնաթափերով շուրջ 450 մ տեղափոխման և հանքաթեքատով 121 մ հեռավորության վրա թողանցման տարբերակների տնտեսական համեմատությունը, որի արդյունքում մեր կողմից մշակված և Քաջարանի բացահանքի նոր նախագծում ներդրված տեխնիկական լուծումը ձեռնարկությանը բերում է նշանակալից տնտեսական շահույթ:

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Տեկտոնական խախտումներով թուլացած Քաջարանի բացահանքի հարավ-արևմտյան կողի կայունության ժամանակակից մեթոդներով որոշման հաշվարկներում հնարավոր չէ բավարար ճշտությամբ հաշվի առնել ապարային զանգվածում օբյեկտիվորեն գոյություն ունեցող մի շարք գործոնների ազդեցությունները, այդ թվում՝ տեկտոնական խզվածքի պառկած կողի ջարդրտված և ճեղքավորված ապարային զանգվածի և դինամիկ ցնցումների գումարային ազդեցությունները:

2. Կատարվել են դաշտային աշխատանքներ Քաջարանի բացահանքի կողերում ապարների ճեղքավորվածության ուսումնասիրման ուղղությամբ, որոշվել է ապարների ճեղքավորվածությունը և գնահատվել մերձկողային ապարների բլոկայնությունը:

3. Կատարվել է Քաջարանի բացահանքի վերին հորիզոնի վրա «նստած» բնական լեռնալանջի լեռնային ապարների զանգվածի ազդեցության տակ գտնվող և տեկտոնական խզվածքով թուլացած հարավ-արևմտյան մերձկողային ապարային տեղամասերի լեռնային զանգվածում լարվածությունների զարգացման և բաշխման մաթեմատիկական մոդելավորում՝ վերջնական տարրերի մեթոդի մաթեմատիկական ապարատի օգտագործմամբ:

4. Մշակվել է Քաջարանի բացահանքի հարավ-արևմտյան կողի վրա կառուցվող հանքաթեքատով հանքաքարի թողանցման նոր եղանակ, ինչը հնարավորություն է տալիս մեծացնել կողի վրա լեռնային աշխատանքների կատարման անվտանգությունը, նվազեցնել կողից կորզվող հանքաքարի կորուստները և կրճատել տրանսպորտային ծախսերը:

5. Ֆիզիկական մոդելային հետազոտություններով կատարվել է հանքաթեքատներով լեռնային ապարային զանգվածի թողանցման պրոցեսի ուսումնասիրում: Որոշվել են լեռնային ապարների թողանցման ժամանակ հանքաթեքատի սահմաններից դուրս ապարակտորների թռիչքի պարամետրերը, ինչպես նաև հանքաթեքատով թողանցվող լեռնային զանգվածի թռիչքի հեռավորությունն ու անվտանգ գոտու չափերը:

6. Մշակվել են կախվածություններ՝ հանքաթեքատով թողանցվող լեռնային զանգվածի թռիչքի հեռավորության ու անվտանգ գոտու չափերի որոշման, ինչպես նաև հանքաթեքատով ապարակտորների թողանցման բնութագրիչների վրա լեռնային զանգվածի չափերի և խոնավության ազդեցության վերաբերյալ:

7. Տեկտոնական խախտումներով թուլացած բացահանքի կողերի անվտանգ, արդյունավետ և երկարաժամկետ շահագործման, ինչպես նաև լեռնային զանգվածը հանքաթեքատով գրավիտացիոն եղանակով թողանցման մշակված նոր եղանակը (արտոնագիր № 3137 А) ներդրվել է Քաջարանի բացահանքի հարավ-արևմտյան կողի հետագա ուղիղնալ շահագործման նախագծային փաստաթղթերում:

8. Կատարվել է բացահանքի հարավ-արևմտյան կողից մինչև բացահանքի ընդունման հրապարակ 30,1 մլն. տ հանքաքարը հանքաթեքատով և ավտոինքնաթափերով տեղափոխման համար անհրաժեշտ բերված գումարային ծախսերի համեմատում: Շնորհիվ բացահանքում հանքաթեքատով հանքաքարի թողանցման համար անհրաժեշտ կապիտալ ու շահագործողական համեմատաբար քիչ ծախսերի, մեր կողմից մշակված և Քաջարանի բացահանքի նոր նախագծում ներդրված տեխնիկական լուծումը ձեռնարկությանը բերում է 13.3 մլրդ. դրամի տնտեսական շահույթ:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրատարակված են հետևյալ գիտական աշխատանքներում.

1. **Մանուկյան Լ.Ա., Բալասանյան Լ.Ս.** Քաջարանի բացահանքի տեկտոնական խզվածքով թուլացած կողի պահպանման տեխնիկական լուծման մշակման առանձնահատկությունները // ՀԱՊՀ Լրագրեր.- Եր., - 2017.- Մաս 2.- էջ 921-927:
2. **Манукян Л.А., Баласанян Л.С.** Особенности гравитационного перепуска руды рудоскатами по ослабленному борту нагорного карьера // Вестник НПОУА, Металлургия, Материаловедение, недропользование.- Ереван, 2018.- №1- С. 77-83.
3. **Манукян Л.А., Баласанян Л.С.** Новый способ гравитационного перепуска руды рудоскатами по ослабленному борту нагорного карьера // Вестник НПОУА, Металлургия, Материаловедение, недропользование.- Ереван, 2019.- №1- С. 94-103.
4. **Բալասանյան Լ.Ս.** Հանքաթեքատներով լեռնային զանգվածի գրավիտացիոն թողանցման տեսական և մոդելային հետազոտությունների արդյունքները // ՀԱՊՀ Տեղեկագիր.- Եր., - 2019.- Հ. 3.- էջ 344-355:
5. **Բալասանյան Լ.Ս.** Մաթեմատիկական մոդելավորմամբ լեռնաբարձունքային

բացահայտի կողերում լարվածային վիճակի գնահատում // ՀԱՊՀ
Տեղեկագիր.- Եր., - 2019.- Հ. 4.- էջ 478-489:

6. **Арзуманян С.С., Манукян Л.А., Казарян Г.Г. Баласанян Л.С.** Гравитационный перепуск руды рудоскатами по ослабленному борту нагорного карьера // Горный журнал.- 2021.- №8.- С. 33-35.
7. **Баласанян Л.С.** Влияние некоторых физических показателей на характеристики перепуска горной массы по рудоскату на моделях из эквивалентных материалов // Вестник Инженерной Академии Армении.- Ер., -2021.- Том 18, №1- С. 72-75.

**РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ
РУДЫ ПО ОСЛАБЛЕННОМУ ТЕКТОНИЧЕСКИМИ НАРУШЕНИЯМИ
БОРТУ НАГОРНОГО КАРЬЕРА**

РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена разработке рационального и эффективного способа управления устойчивостью а также определения рациональных параметров борта нагорно-высотного карьера, размещенного в зоне воздействия тектонического нарушения. В таких условиях важное значение имеет решение проблемы транспортировки руды по ослабленному тектоническим нарушением и динамическими воздействиями борта нагорного карьера. В работе выполнен краткий анализ структурной особенности, оценки трещиноватости и образования деформаций в массиве горных пород на крупных карьерах Республики Армения, выявлены факторы влияющие на устойчивость бортов карьеров размещенных в сложных рельефных условиях с высокой исходной сейсмичностью. Анализирован мировой опыт применения гравитационного способа перепуска горной массы породорудоскатами на карьерах. Математическим моделированием выявлено изменение напряженного состояния горных пород борта нагорно-высотного карьера от массы пород естественного склона. Здесь разработаны ряд номограмм позволяющие установить нормальные, горизонтальные и касательные напряжения влияющие на конкретную точку породного массива борта карьера находящегося под воздействием массы пород естественного склона, простирающегося над верхней бровкой борта нагорно-высотного карьера.

Физическими модельными исследованиями изучен процесс перепуска руды рудоскатами по ослабленному юго-западному борту Каджаранского карьера ЗАО «Зангезурский ММК». Разработаны модельные стенды разных конструкций, установлены зависимости расстояния полета частиц породных кусков в зависимости от длины и углов наклона модели. Проведенными модельными исследованиями выполнены определение углов внешнего трения об основание модели рудоската при различных значениях весовой влажности кусков породы. Исследованиями установлены, также, величина длины рудоската, где наблюдается начало вылета отдельных частиц породных кусков за пределы сечения рудоската.

Разработан новый способ отработки борта нагорно-высотного карьера, прислоненного к тектоническому нарушению. Суть нового технического решения отработки ослабленного борта карьера заключается в том, что по всей высоте борта карьера в виде усеченной пирамиды оставляется подпорный целик и на нем сооружаются рудоскаты.

Сооружение подпорного целика в виде усеченной пирамиды позволит снизить

напряженно-деформированное состояние в рабочем борту карьера, ослабленном суммарным воздействием тектонического нарушения и воздействием массы пород естественного склона, нависающего над верхним горизонтом борта карьера. Это дает возможность существенно снизить потери полезного ископаемого, связанные с уменьшением толщины целика руды, оставляемой на борту карьера, и увеличением объемов добываемой руды, сохранить транспортные связи рудоскатов и рудоспуска с постоянно изменяющимися в пространстве положениями обрабатываемых уступов.

Благодаря предложенному техническому решению становится возможным в процессе отработки борта карьера транспортировать вскрышные породы по автодорогам, проведенным по верхней части целика в виде усеченной пирамиды, а также беспрепятственно переезжать автосамосвалам с одной части подпорного целика на другую.

В зависимости от степени сложности горнотехнических условий величины суммарного воздействия тектонических нарушений и естественного склона, простирающегося над верхней бровкой карьера, на ослабленном борту карьера можно сформировать несколько подпорных целиков. На предложенный новый способ гравитационного перепуска руды получен патент Республики Армения за № 3137 А. Способ заложен в проект безопасной и эффективной отработки ослабленного тектоническим разломом юго-западного борта Каджаранского карьера ЗАО «Зангезурский ММК».

Сравнение суммарно приведенных затрат вариантов транспортировки руды объемом в 30,1 млн. т с юго-западного борта Каджаранского карьера большегрузными автосамосвалами и согласно разработанному и внедренному в проекте новому техническому решению гравитационного перепуска руды рудоскатами на приемную площадку, позволило сэкономить значительные материальные затраты.

В рамках темы диссертации опубликовано 7 научных работ.

**DEVELOPMENT OF A RATIONAL TECHNOLOGY FOR ORE
TRANSPORTATION ALONG THE NAGORNY PIT WALL WEAKENED BY
TECTONIC DISTURBANCES**

SUMMARY

The dissertation work is devoted to the development of a rational and effective way to control stability, as well as to determine the rational parameters of the wall of a high-altitude pit located in the zone of a tectonic disturbance influence. In such conditions, it is also important to solve the problem of transporting ore along a pit wall weakened by tectonic disturbance and dynamic effects. In the work, a brief analysis of the structural features, assessment of fracturing and deformation formations in the rock mass in large open pits of the Republic of Armenia is carried out, factors affecting the stability of the walls of open pits located in difficult relief conditions with high initial seismicity are identified. The world experience of using the gravitational method of transferring the rock mass by rock-ore scatters in open pits is analyzed. A change in the stress state of the rocks of the high-altitude pit wall from the mass of rocks of the natural slope has revealed by Mathematical modeling. A number of nomograms have been developed here that allow to establish normal, horizontal and shear stresses affecting a specific point of the rock mass of the wall of a pit under the influence of the mass of rocks of a natural slope extending above the upper edge of the wall of a high-altitude pit.

The process of ore bypassing by ore slopes along the weakened southwestern side of the Kajaran pit of «Zangezur CMC» CJSC have been studied by Physical modeling studies, subject to similarity conditions. Model stands of different designs have been developed, the dependences of the flight distance of particles of rock pieces depending on the length and angles of inclination of the model have been established. The determined of the external friction angles on the base of the ore-roll model at various values of the weight moisture content of the rock pieces are carried out by modeling studies. The research has also established the value of the length of the ore-roll, where the beginning of the flight of separate particles of rock pieces beyond the cross-section of the ore-roll is observed.

A new method for mining the wall of a high-altitude pit leaning against a tectonic disturbance and at the same time being under the influence of the mass of rocks of a natural slope has been developed. The essence of the new technical solution for mining a weakened pit wall is that a retaining pillar is left in the form of a truncated pyramid along the entire height of the pit wall and ore ramps are built on it.

The construction of a retaining pillar in the form of a truncated pyramid will reduce the stress-strain state in the working wall of the open pit, weakened by the total impact of tectonic disturbance and by the impact of the mass of rocks of the natural slope hanging over the upper horizon of the open pit wall. This makes it possible to reduce the loss of minerals

significantly that are associated with a decrease in the thickness of the pillar of ore left on wall of the open pit and an increase in the volume of mined ore, to maintain transport links between ore slopes and ore bypasses with constantly changing positions of mined benches in space.

Thanks to the proposed technical solution, it becomes possible to transport overburden rocks along roads drawn along the upper part of the pillar in the form of a truncated pyramid, as well as to make the movement of haulage trucks from one part of the retaining pillar to another free during the working out of the pit wall.

Depending on the degree of complexity of mining conditions of the total impact of tectonic disturbances and the natural slope extending above the upper edge of the open pit, several retaining pillars can be formed on the weakened side of the open pit.

The patent of the Republic of Armenia No. 3137 A was obtained for the proposed new method of gravitational ore transfer. The method is incorporated into the project of safe and efficient mining of the southwestern side of «Zangezur CMC» CJSC Kajaran open pit weakened by a tectonic fault.

Comparison of the total costs of the variants for transporting ore with a volume of 30.1 million tons from the southwestern side of the Kajaran open pit by heavy haulage trucks and according to the developed and implemented in the project new technical solution for gravity bypass of ore by ore rolls to the receiving site made it possible to save significant material costs.

7 scientific papers have been published on the topic of the dissertation.

