

**ԿԱՐԾԻՔ**

հայցորդ Անուշ Աշոտի Ղազարյանի «Կիրճերում կազմավորվող մակաբացման ապարների բազմաստիճան լցակույտերի լարվածային վիճակի ծավալային ֆիզիկական մոդելավորումը» թեմայով ատենախոսական աշխատանքի վերաբերյալ, ներկայացված ԻԴ.02.01՝ «Օգտակար հանածոների հանքավայրերի մշակում և շահագործում» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

**1. Ատենախոսական թեմայի արդիականությունը**

Հայաստանի Հանրապետության լեռնային բացահանքերի անվտանգ ու շահավետ գործունեությունը զգալիորեն պայմանավորված է մակաբացման ապարների տեղադրման ռացիոնալ եղանակների մշակման և ներդրման հետ, հաշվի առնելով լցակույտագոյացման տարածքի ռելիեֆային պայմանները, ինչպես նաև շրջակա միջավայրի պահպանմանը ներկայացվող ժամանակակից պահանջները:

Ռելիեֆային բարդ պայմաններում մակաբացման ապարների բազմաստիճան լցակույտերի անվտանգ կազմավորումը հանգեցնում է ապարային լցակույտերի մեջ լարվածադեֆորմացիոն դաշտերի առաջացման, դրանց տարածման և ապարային զանգվածների ամրության ցուցանիշների փոփոխության հետ, ինչը բնորոշում է բազմաստիճան լցակույտի գլխավոր պարամետրերը: Կիրճերում կազմավորվող բազմաստիճան լցակույտերի համար կարևոր նշանակություն ունի լցակույտի գլխավոր պարամետրերի որոշումը, կապված կիրճի կողային նիստերի կողմից կազմված երկնիստ անկյան մեծության հետ: Ներկայում հայտնի տեխնիկական սարքերն ու լուծումները կիրառելի չեն կիրճերում տեղադրված մակաբացման ապարային զանգվածի լարվածային վիճակի ուսումնասիրման համար: Այդ կապակցությամբ անհրաժեշտություն է առաջանում մշակել եռաչափ մոդելավորման ստենդ, ինչը հնարավորություն է տալիս միմյանցից անկախ փոփոխել մոդելային ստենդի կողային նիստերի հորիզոնի նկատմամբ թեքության անկյունները: Նոր մոդելային ստենդի մշակումը և կառուցումը հնարավորություն է տալիս ֆիզիկական մոդելավորման միջոցով լցակույտային ապարների համարժեք նյութի մեջ որոշել լարվածային վիճակի փոփոխությունների օրինաչափությունները, կախված մոդելային ստենդի նիստերի հորիզոնի նկատմամբ թեքություններից: Ատենախոսության թեման՝ նվիրված կիրճերում կազմավորվող մակաբացման ապարների բազմաստիճան լցակույտի ապարային զանգ

վածի լարվածային վիճակի և կայունությունը բնորոշող ուժերի փոխազդեցության փոփոխության օրինաչափությունների գնահատման մեթոդիկայի մշակումն է. կախված կիրճի կողային նիստերի կազմած երկնիստ անկյան մեծությունից, ինչը արդիական խնդիր է:

**2. Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը**

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլխից, եզրակացությունից, 105 անուն գրականության ցանկից: Աշխատության ընդհանուր ծավալը 119 էջ է, ներառյալ՝ 35 նկար և 21 աղյուսակ:

Ներածությունում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, բերված են գիտական նորությունները, պաշտպանվող դրույթները և գործնական նշանակությունը:

**Ատենախոսության առաջին գլխում՝** «ՀՀ ԼԵՈՆԱՅԻՆ ԲԱՑԱՀԱՆՔԵՐՈՒՄ ՄԱԿԱԲԱՑՄԱՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ԼՅԱԿՈՒՅՏԵՐԻ ՏԵՂԱԴՐՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ» ցույց է տրված բարդ ռելիեֆային պայմաններում տեղադրված ՀՀ և արտասահմանյան երկրների բացահանքերի բազմաստիճան լցակույտերի կազմավորման և շահագործման ընթացքում տեղի ունեցած դեֆորմացիաների, ինչպես նաև փլուզումների հետևանքով աղետների առաջացման հետևանքների և պատճառների վերլուծությունը: Բերված է, որ ՀՀ լեռնային բացահանքերի շահագործման ընթացքում բազմաստիճան լցակույտերում փլուզումները հիմնականում պայմանավորված են եղել լցակույտերի հիմքում թույլ գրունտների չհեռացման պատճառով, իսկ լցակույտերի բարձրությունների հետագա մեծացումը հանգեցրել է ոչ միայն լցակույտերի աստիճանների, այլ թեք հիմքով ամբողջ լցակույտային զանգվածի դեֆորմացիայի առաջացմանը: Ցույց է տրվել նաև, լցակույտի կազմավորման ժամանակ վերջինիս գլխավոր պարամետրերի որոշման և կայունության բարձրացման նպատակով, նախագծային աշխատանքներում լցակույտի կազմավորման տարածքի երկրամեխանիկական մի շարք ցուցանիշների հիմնավորման անհրաժեշտությունը: Բացի դրանից, առաջ է քաշվել կիրճերում և թեք հիմքի վրա լցակույտի ապարային զանգվածում լարվածային վիճակի գնահատման և դրա հիման վրա բազմաստիճան լցակույտի ռացիոնալ պարամետրերի որոշման մեթոդի մշակման անհրաժեշտությունը: Ներկայացվել է բարդ ռելիեֆային պայմաններում կազմավորվող լցակույտերի ապարային զանգվածում հետազոտողների կողմից լարվածությունների որոշման համար

կիրառվող մոդելավորման մեթոդների վերլուծությունը: Կարևորվել է եռառանցք մոդելավորման մեթոդի կիրառումը կիրճերում կազմավորվող լցակույտերի զանգվածում, կիրճի կողային նիստերից հակազդող լարվածությունների մեծության և ապարային զանգվածում դրանց տեղաբաշխման օրինաչափությունների որոշման համար:

**Թեկնածուական թեզի երկրորդ գլխում՝** «ԼՅԱԿՈՒՅՏԵՐԻ ԱՊԱՐԱՅԻՆ ԶԱՆԳՎԱԾՈՒՄ ԼԱՐՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄՈԴԵԼԱՅԻՆ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆ», ներկայացված է մոդելավորման հետազոտությունների կատարման պահանջներին համապատասխան համարժեք նյութի տարբեր բաղադրամասերի ընտրությունը, որոնք իրենցից ներկայացնում են հաստատուն չափամասերով ավազի և տրանսֆորմատորային յուղի խառնուրդներ:

«Զանգեզուրի ՊՄԿ» ՓԲԸ-ն կողմից «Զորատեղ» կիրճում կազմավորված բազմաստիճան լցակույտի աստիճանների վրա դաշտային պայմաններում հատուկ պրոֆիլի շուրֆերում լեռնային զանգվածի բնամասի կտրման միջոցով որոշվել է լցակույտում տեղադրված մակաբացման ապարների ամրության ցուցանիշները և ընտրվել է ֆիզիկական մոդելավորման համար օգտագործվող համարժեք նյութի տեսակը:

Որոշվել է մոդելավորման համար ընտրված գետային լվացված և օդաչոր ավազից և նրան, ըստ զանգվածի, խառնված տրանսֆորմատորային յուղից ստացված համարժեք նյութի մասնիկների ներքին շփման անկյունն (φ) ու կապակցվածությունը (C): Փորձարկումներից առաջ նմուշները "Matest" ընկերության սարքի օղակներում նախապես ենթարկվել են խտացման 0.1, 0.2 և 0.3 ՄՊա ուղղաձիգ լարումների տակ:

**Երրորդ գլխում՝** «ԿԻՐՃԵՐՈՒՄ ԿԱԶՄԱՎՈՐՎԱԾ ԲԱԶՄԱՍՏԻՃԱՆ ԼՅԱԿՈՒՅՏԵՐԻ ԱՊԱՐԱՅԻՆ ԼԵՌՆԱՅԻՆ ԶԱՆԳՎԱԾՈՒՄ ԼԱՐՎԱԾԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿԻ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ԵՌԱԶԱՓ ՄՈԴԵԼԱՅԻՆ ՍՏԵՆԴԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ՄՇԱԿՈՒՄ» ներկայացված է ատենախոսի մասնակցությամբ մշակված և կառուցված նոր եռաչափ մոդելավորման ստենդը, որն ունի հիմքի նկատմամբ թեքվելու հնարավորություն ունեցող ուղղանկյուն պրիզմայի տեսքով հիմնակմախք, որի վերևի և թեքման ուղղությամբ դիմացի պատերը բաց են (<< գյուտի արտոնագիր № 3350A): Տվիչները տեղակայվել են հիմնակմախքի կողերով փակ պատերով ձևավորված ծավալում լցված համարժեք նյութի զանգվածի առանցքով, կողային պատերը հիմքի հետ կապ-

ված հորիզոնական հողակապերով: Համարժեք նյութի զանգվածի կենտրոնական առանցքային ուղղաձիգ հարթության ամբողջ բարձրությամբ տեղակայված են զույգ տվիչներ և իրար նկատմամբ թեքված են համարժեք նյութի ու կենտրոնական ուղղաձիգ հարթության շփման անկյան կրկնապատիկի չափով: Մոդելի համարժեք նյութում լարվածությունների չափման համար ընտրված թենզոտվիչները անցել են ստուգաչափում ՀՀ «Ստանդարտացման և չափագիտության ազգային մարմին» ՓԲԸ-ում, որի արդյունքում ամեն մի սարքի համար մշակվել է չափագրման գրաֆիկ, ինչը հանդիսանում է այդ սարքի անձնագիրը: Որոշվել է գրունտի լրիվ ճնշման համագորր և գրունտի կենտրոնական առանցքային հարթության հետ շփման անկյունը: Մոդելում լարումների տեղաբաշխման կայունացման գործընթացի ավարտից հետո թենզոմետրիկ սարքով կատարվել է տվիչների դիմադրությունների փաստացի արժեքների որոշում՝ մոդելային ստենդի ուղղաձիգ առանցքի նկատմամբ կողային շարժական նիստերի կազմած  $0 \dots 90^\circ$  անկյունների դեպքում: Մշակված կախվածություններով ցույց է տրվել, որ մոդելի համարժեք նյութում տեղադրված տվիչների վրա կողային նիստերից առավելագույն լարվածությունը առաջանում է, երբ մոդելի շարժական նիստերի թեքության անկյունները մոդելի ուղղաձիգ առանցքի նկատմամբ կազմում են  $45^\circ$ : Վերջինիս հետագա մեծացումը հանգեցնում է մոդելային ստենդում համարժեք նյութի բոլոր շերտերում տեղադրված տվիչների վրա լարվածությունների նվազեցմանը: Կառուցվել է մոդելային ստենդի նիստերի թեքության անկյունների, տվիչների գրանցած լարվածությունների և համարժեք նյութում տվիչների տեղադրման խորությունների միջև կախվածությունների նոմոգրաման:

**Աշխատանքի չորրորդ գլուխը՝ «ԿԻՐՃԵՐՈՒՄ ԿԱԶՄԱԿՈՐԿՈՂ ԼՅԱԿՈՒՅՏԵՐԻ ՌԱՑԻՈՆԱԼ ԳԼԽԱԿՈՐ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ԵՎ ՍԵՅՍՄԱԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱՎՈՐՈՒՄ»,** նվիրված է ատենախոսությունում կատարված ծավալային մոդելային հետազոտությունների արդյունքների կիրառմանը «Ձանգեզուրի ՊՄԿ» ՓԲԸ «Ձորատեղ» կիրճում կառուցվող բազմաստիճան լցակայանի պայմանների համար, հաշվի առնելով այդ երկրատեխնիկական ռիսկային կառույցի համար ելակետային տվյալների նկատմամբ անհրաժեշտ բարձր պահանջները: Այստեղ, լցակայանային զանգվածի մեջ բացի հնարավոր սահքի մակերևույթի տեղի որոշմանը ներկայացվող ընդհանուր պահանջներից, հաշվի են առնվել նաև կիրճի կողային նիստերի

կողմից փոխանցվող լարվածությունները: Եռաչափ ֆիզիկական մոդելավորումից կիրճի կողային նիստերից մոդելի կենտրոնական առանցքային հարթության վրա ազդող կողային հայտնաբերված ուժերի տվյալների հիման վրա, «Ձորատեղ» կիրճում կազմավորվող լցակույտի ապարներում որոշվել է կիրճի կողերից ազդող սեղմող լարվածությունների բացարձակ արժեքները բնական պայմաններում: Կիրճի կողային նիստերի անկյունների տարբեր թեքությունների համար որոշվել է բնական պայմաններում լցակույտի մարմնի ապարային զանգվածում առաջացող լարվածային ուժերը: Մոդելային հետազոտություններով պարզվել է, որ կիրճի կողային նիստերի կողմից լցակույտի ապարային զանգվածի լարվածության վրա ազդեցության տեսանկյունից առավել հետաքրքրություն են ներկայացնում լցակուտատակ տարածքների այն տեղամասերը, որտեղ կիրճի կողային նիստերի թեքության անկյունը մեծ է 30<sup>o</sup>-ից: Բերվել են «Ձորատեղ» կիրճի լցակույտի տարածքի հատակագիծը, կազմվել է կիրճի ընդլայնական կտրվածքները, որտեղ կիրճի կողային նիստերի թեքության անկյունները տատանվում են 33...36<sup>o</sup> սահմաններում: Ատենախոսությունում «Ձորատեղ» կիրճում կազմավորվող լցակույտի կայունության որոշումը հիմնական և դինամիկ բեռնվածքներից կատարվել է «GeoStudio» ծրագրի Մորգենշտերն-Պրայսի հաշվարկային եղանակով: Նշված կտրվածքների կորագլանային մակերևույթներով և լցակույտի 2017...2050 մ աստիճանների միջև գտնվող ապարային զանգվածը բաժանվել է հաշվարկային բլոկների, որոնք բացի իրենց սեփական զանգվածներից միաժամանակ գտնվում են կիրճի կողային նիստերից փոխանցվող լարվածությունների ազդեցության տակ: «Ձորատեղ» կիրճում տեղադրված լցակույտի հնարավոր փլուզման կորագլանային սահքի մակերևույթի վրա 1...10 տարրական բլոկներում տեղադրված տվիչների միջոցով մոդելային հետազոտություններով որոշվել է այն լարվածությունները, որոնք մոդելավորմանը ներկայացվող պահանջներին համապատասխան գրանցվել են մոդելի կողային նիստերի թեքության տարբեր անկյունների դեպքում: Ատենախոսությունում լուծվել է տարածական խնդիր և մոդելային ուսումնասիրությունների հիման վրա ընտրված կորագլանային կրիտիկական սահքի մակերևույթների համար որոշվել է լցակույտային զանգվածի կայունության պաշարի գործակիցները:

Երկայնական կտրվածքներով «Ձորատեղ» կիրճում նախագծային վերջնական տվյալներով կառուցվող ապարային լցակույտի կայունության գործակիցները աստենախոսությունում մշակված մեթոդիկայի համաձայն որոշվել են հաշվի առնելով դիտարկվող տարրական բլոկների վրա կիրճի կողային նիստերից լցակույտային ապարային զանգվածին փոխանցվող լարվածությունները, ստատիկ և դինամիկ բեռնվածքների ազդեցություններից, հաշվի առնելով ՀՀ տարածքում սեյսմակայում շինարարության նորմերի մեթոդական ցուցումների պահանջները:

Բեռնվածքների հատուկ զուգակցման դեպքում լցակույտի կայունության պաշարի գործակիցները ընտրված կտրվածքների համար մշակված մեթոդիկայի համաձայն միջին հաշվով ստացվել է մեծ, քան միայն բեռնվածքների հատուկ զուգակցման դեպքում, համապատասխանաբար, 14.1 և 17.1%-ով:

### **3. Աշխատանքի գիտական դրույթները և եզրակացությունների ճշտությունը**

1. Կիրճում կազմավորվող բազմաստիճան լցակույտի ապարներում ֆիզիկական մոդելային հետազոտություններով լարվածությունների տեղաբաշխման ուսումնասիրման օբյեկտիվությունը զգալիորեն պայմանավորված է մոդելային ստենդի կառուցվածքով:

2. Կախված կիրճի կողային նիստերի բնական թեքություններից և դրանցով կազմված երկնիստ անկյան մեծությունից, ապարային զանգվածում լցակույտի կազմավորման ընթացքում ի հայտ են գալիս լցակույտի ապարների լարվածային վիճակի վրա ազդող կողային սեղմող ուժեր:

3. Կիրճում կազմավորվող բազմաստիճան լցակույտի եռաչափ մոդելի համարժեք նյութում հայտնաբերված կողային հակազդող սեղմող ուժերի հաշվի առնելը բարձրացնում է լցակույտի կայունության որոշման ճշտությունը:

4. Կիրճի կողային նիստերի կողմից սեղմող լարվածային ուժերից լցակույտի ապարային զանգվածի ամրության ցուցանիշների փոփոխության հաշվի առնելը բերում է լցակույտում տեղադրվող մակաբացման ապարների ռացիոնալ ծավալների որոշմանը:

Ատենախոսությունում հիմնական գիտական արդյունքները և եզրակացությունները ներկայացված են 14 կետով, որոնք հիմնավորված են գիտափորձնական հետազոտություններով ու ունեն գիտական և գործնական կարևոր նշանակություն:

#### 4. Ստացված արդյունքների նորությունը և հիմնավորման աստիճանը

մշակվել և կառուցվել է կիրճում կազմավորվող բազմաստիճան լցակույտի ապարային զանգվածի լարվածային վիճակի ֆիզիկական մոդելավորման մեթոդով հետազոտման եռաչափ մոդելային նոր ստենդ,

մոդելային հետազոտություններով հայտնաբերվել են մակաբացման ապարների բազմաստիճան լցակույտի զանգվածի լարվածային վիճակի վրա կիրճի կողային նիստերի կողմից հակազդող սեղմող ուժեր,

մշակվել են լցակույտի ապարային զանգվածում կողային լարվածային ուժերի փոփոխության կախվածությունները կիրճի կողային նիստերի թեքություններից և վերջիններիս կազմած երկնիստ անկյուններից,

կախված կիրճի կողային նիստերի թեքության անկյուններից, մոդելային հետազոտություններում մշակվել է համարժեք նյութի կենտրոնական առանցքային հարթության մեջ տենզոտվիզների տեղադրման եղանակ,

մշակվել է մակաբացման ապարների բազմաստիճան լցակույտի ապարային զանգվածի լարվածային վիճակի և վերջինիս կայունությունը բնորոշող ուժերի փոխազդեցության օրինաչափությունների գնահատման մեթոդիկա:

#### 5. Հեղինակի կողմից ստացված արդյունքների կարևորությունը գիտության և արդյունաբերության ոլորտում

Բարդ ռելիեֆային պայմաններում լեռնային բացահանքերի շահագործման արդյունավետության բարձրացումը, կիրճերում մակաբացման ապարների լցակույտերի ռացիոնալ կազմավորումը և հետագա անվտանգ շահագործումը զգալիորեն կախված են տվյալ ատենախոսական աշխատանքում մշակված գիտական և գիտատեխնիկական լուծումների և առաջարկությունների օգտագործմամբ ու ներդրմամբ: Դա հնարավորություն է տալիս դեռ նախագծային փուլում որոշել կիրճերում կազմավորվող լցակույտերի օպտիմալ տարողունակությունը: Բացի դրանից, ատենախոսությունում դրված և լուծված խնդիրների համաձայն բազմաստիճան լցակույտերի ռացիոնալ պարամետրերի որոշման առաջարկված մեթոդի շնորհիվ հնարավոր է դառնում գնահատել մակաբացման ապարների լցակույտի լարվածային վիճակը և կայունությունը բնորոշող ուժերի փոխհարաբերությունը հաշվի առնելով կիրճի կողային նիստերի թեքության անկյուններն ու հակազդող ուժերի ազդեցությունը:

**6. Ատենախոսության համապատասխանությունը ՀՀ ԲՈԿ-ի գիտական աստիճանաշնորհման կանոնակարգի 6-րդ, 7-րդ, 10-րդ, 11-րդ և 13-րդ կետերի պահանջներին**

Ատենախոսության աշխատանքի հիմնական հետազոտությունների գիտական արդյունքները և դրույթները գեկուցվել և քննարկվել են գիտատեխնիկական գիտաժողովներում:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրատարակվել են 11 գիտական աշխատանքներում:

Ատենախոսությունը բավարարում է ՀՀ ԲՈԿ-ի գիտական աստիճանաշնորհման կանոնակարգի 6, 7, 10, 11 և 13 կետերի պահանջներին, համաձայն որի այն կիրառական կարևոր խնդրի լուծումն ապահովող գիտականորեն հիմնավորված տեխնիկական մշակում է: Ատենախոսությունը համապատասխանում է ՀՀ գիտական աստիճանաշնորհման անվանացանկի «Օգտակար հանաժոների հանքավայրերի մշակում և շահագործում» մասնագիտությանը (թվանիշ ԻԴ.02.01): Սեղմագիրը և հրատարակված գիտական հոդվածներն ընդգրկում են ատենախոսության հիմնական բովանդակությունը:

**7. Դիտողություններ ատենախոսության վերաբերյալ**

1. Ցանկալի կլիներ ատենախոսությունում մոդելային հետազոտություններով կիրճում կազմավորված լցակույտում կատարվեր կիրճի կողային նիստերի հակազդող ուժերի լարվածությունների իզոգծերի տարածման որոշումը :

2. Պարզաբանման կարիք ունի կիրճի կողային նիստերից փոխանցվող լարվածությունների գրանցումը տվիչներով՝ լցակույտի կայունության որոշման կտրվածքներով սահմանափակված տարրական բլոկներում:

3. Լցակույտի աստիճանների վրա մակաբացման ապարների ամրության ցուցանիշների որոշման բնական փորձարկումներից ստացված տվյալների վրա հաշվի չեն առնվել բնական տեղումների ազդեցությունը:

**8. Եզրակացություն**

Ամփոփելով վերը շարադրվածը գտնում եմ, որ նշված դիտողությունները չեն նսեմացնում աշխատանքի գիտակիրառական նշանակությունը, այն համապատասխանում է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայց



ման աստենախոսությանը ներկայացվող ՀՀ ԲՈԿ-ի «Գիտական աստիճանաշնորհման կանոնակարգի» պահանջներին, իսկ հեղինակը՝ Անուշ Աշոտի Ղազարյանը, արժանի է «Օգտակար հանաժոների հանքավայրերի մշակում և շահագործում» (դասիչ ԻԴ. 02.01) մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Պաշտոնական ընդմախոս.

տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր



Ա. Ա. Հովհաննիսյան

Տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Ա. Հ. Հովհաննիսյանի

ստորագրությունը հաստանում եմ.

ՀԱՊՀ գիտական քարտուղար, տ.գ.թ.

Տ. Ս. Հովհաննիսյան