

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ
ԱԿԱԴԵՄԻԿՈՍ Ի.Վ. ԵՂԻԱՋԱՐՈՎԻ ԱՆՎԱՆ ՋՐԱՅԻՆ ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԵՐԻ ԵՎ
ՀԻԴՐՈՏԵԽՆԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

ԳԱԲԱՅԱՆ ՍԱՐԳԻՍ ԳՐԻԳՈՐԻ

**ԼԵՌՆԱՅԻՆ ԳԵՏԵՐԻ ՎՐԱ ՓՈՔՐ ՀԻԴՐՈՀԱՆԳՈՒՅՑՆԵՐԻ
ԿԱՌՈՒՅՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐԻ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

**Ե.23.05 «Ջրատնտեսական համակարգեր և դրանց շահագործումը»
մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական
աստիճանի հայցման ատենախոսության**

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Ակադեմիկոս Ի.Վ. Եղիազարովի անվան ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝
տեխն. գիտ. դոկտոր

Մարտիրոսյան Գագիկ Հմայակի

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

տեխն. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

Թոքմաջյան Վաչե Հովհաննեսի

տեխն. գիտ. թեկնածու

Ազիզյան Լևոն Վանոյի

Առաջատար կազմակերպություն՝

«ՎՈՐԹ ՓՐՈՋԵԲԹ» ՍՊԸ

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է 2026 թվականի փետրվարի 26-ին, ժամը 16⁰⁰-ին Ակադեմիկոս Ի.Վ.Եղիազարովի անվան ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտի Զրաբանության №055 մասնագիտական խորհրդում:

Հասցե ք. Երևան, 0011, Արմենակյան փ., 125/3:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ինստիտուտի գրադարանում

Հասցե ք.Երևան, 0011, Արմենակյան փ., 125/3:

Սեղմագիրն առաքված է 2026 թվականի հունվարի 26-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար

տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր



Պետրոս Համբարձումյան

Թեմայի արդիականությունը

Հիդրոէներգետիկայի ինտենսիվ զարգացումը, որը զուգորդվում է փոքր հիդրոէլեկտրակայանների լայնածավալ կառուցմամբ, բացահայտեց դրանց նախագծման և կառուցման մեթոդների կատարելագործման անհրաժեշտությունը: Գործնականում պարզ դարձավ, որ ԽՍՀՄ-ից ժառանգված և ազգային շինարարական նորմերում պաշտոնապես ներառված գործող կարգավորիչ փաստաթղթերի զգալի մասը հիմնականում վերաբերում է ցածրադիր գետերի և խոշոր հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների պայմաններին: Դրանց ուղղակի կիրառումը լեռնային գետերի վրա գործող ՓՀԷԿ-երի համար, շատ դեպքերում, բավարար չափով հիմնավորված չէ: Սա առաջին հերթին ակնհայտ է փոքր հիդրոէլեկտրակայանների ջրընդունիչ կառուցվածքների, այդ թվում՝ տղմագտարանների և աղբորսիչ ճաղավանդակների շահագործման ժամանակ, որոնք նախատեսված են հիդրոէլեկտրակայանների հուսալի և կայուն աշխատանքն ապահովելու համար՝ բարձր պլտորության, խիստ տատանվող ելքի և հիդրավլիկական պարամետրերի սեզոնային զգալի տատանումների պայմաններում: Կառուցված փոքր հիդրոէլեկտրակայանների շահագործման ընթացքում բացահայտվել են բազմաթիվ խնդիրներ, կապված տիղմի հավաքման անբավարար արդյունավետության, սարքավորումների արագ մաշվելու և շահագործման ծախսերի աճի հետ:

Փոքր ՀԷԿ-երի շահագործման ժամանակ, շրջակա միջավայրի պահպանության գործում նույնպես բացահայտվել են մեծ թվով լուծում պահանջող խնդիրներ: Մասնավորապես, ձկների միգրացիայի համար նախատեսվող կառույցները, որոնք նախագծվել են ավանդաբար գործող կանոնակարգերի համապատասխան, լեռնային գետերի համար հիմնականում չեն ծառայում իրենց նպատակին:

Հայաստանի Հանրապետությունում փոքր ՀԷԿ-երի շահագործման փորձը ցույց է տալիս, որ ձկնանցարանների առկա նախագծային լուծումները, որոնք փոխառված են խոշոր հարթավայրային գետերի համար նախատեսված նորմերից, անարդյունավետ են, երբ դրանք կիրառվում են կտրուկ թեքություններով և հոսանքի մեծ արագություններով փոքր ջրային օբյեկտների վրա: Փոքր հիդրոէլեկտրակայանների հիմնական սարքավորումների (ագրեգատների) ընտրության և շահագործման հարցը պահանջում է հատուկ ուշադրություն: Արդյունաբերության զարգացման վաղ փուլերում լայնորեն կիրառվել են տեխնիկապես պարզեցված լուծումներ, այդ թվում՝ տուրբինային ռեժիմով պոմպեր, ինքնաշեն ագրեգատներ, նախկին կայաններից վերցված ու վերանորոգված հնացած սարքավորումներ: Էներգետիկ սուր դեֆիցիտի պայմաններում այս մոտեցումը մեծամասամբ արդարացված էր: Սակայն փոքր հիդրոէներգետիկայի զարգացման փուլում դա հանգեցնում էր

Էներգաարդյունավետության զգալի նվազման, կորուստների աճի և արտադրված էլեկտրաէներգիայի ինքնարժեքի բարձրացման: Ներկայումս Հայաստանում գործող փոքր ՀԷԿ-երի զգալի մասում տեղադրված են այնպիսի հիդրոագրեգատներ, որոնք չեն ապահովում նախագծային ցուցանիշներն, այդ թվում՝ օ.գ.գ.-ն և հուսալիությունը: Նշված հանգամանքները, միասին վերցրած, ցույց են տալիս համապարփակ գիտական հետազոտությունների անցկացման արդիականությունը, որն ուղղված է փոքր հիդրոէլեկտրակայանների հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների և սարքավորումների նախագծման մեթոդների ադապտացումը լեռնային գետերի կոնկրետ պայմաններին:

Ատենախոսության նպատակը և խնդիրները

Նպատակ է դրվում մշակել գիտականորեն հիմնավորված և տնտեսապես կենսունակ լուծումներ լեռնային պայմաններում գործող փոքր հիդրոէլեկտրակայանների ջրընդունիչ հանգույցների և էներգետիկ սարքավորումների նախագծման և շահագործման համար: Այս նպատակին հասնելու համար լուծվում են հետևյալ հիմնական խնդիրները.

- գործող կարգավորող շրջանակի վերլուծություն և դրա կիրառման սահմանափակումների բացահայտում լեռնային գետերի պայմաններում.
- լեռնային գետերի ջերմաստիճանային ռեժիմի ուսումնասիրություն՝ հաշվի առնելով գետի հունի ձևաբանությունը.
- կախված մասնիկների հիդրավլիկական չափի որոշման մեթոդների վերլուծություն և համեմատություն.
- փոքր ՀԷԿ-երի տղմազտարանների երկրաչափական և գնային պարամետրերի օպտիմալացում.
- Աղբորսիչ ճաղավանդակների նախագծման առաջարկությունների մշակում՝ հաշվի առնելով շահագործման պայմանները.
- փոքր ՀԷԿ-երի «CROSFLOW» տուրբինների աշխատանքային բնութագրերի վերլուծություն;
- ջրի փոփոխական ելքերի պայմաններում «CROSFLOW» տուրբիններով հագեցած երկու նման հիդրոագրեգատների զուգահեռ աշխատանքի ռեժիմների օպտիմալացում:

Գիտական նորույթը

Հետազոտության արդյունքում ստացվել են հետևյալ հիմնական գիտական արդյունքները.

- բացահայտվել է լեռնային գետերի վրա փոքր հիդրոէլեկտրակայանների շահագործման ընթացքում առաջացող տեխնիկական և բնապահպանական խնդիրների հիմնական պատճառները, որոնք

պայմանավորված են հարթավայրային գետերի պայմանների համար մշակված նորմատիվ փաստաթղթերի պաշտոնական կիրառմամբ.

- փոքր հիդրոէներգետիկայի զարգացման ունիվերսալ սխեման, որը ընդունելի է ետխորհրդային տարածաշրջանում կիրառելու համար.
- նորմատիվային պահանջների տեղայնացման ճշգրտված մոտեցումները հաշվի են առնում լեռնային պայմաններում նախատեսված փոքր հիդրոէլեկտրակայանների առանձնահատկությունները.
- լեռնային գետերի ջերմաստիճանային ռեժիմի մշակված մոդելը հաշվի է առնում հունների ձևաբանական առանձնահատկությունները, ինչը թույլ է տալիս կատարելագործել տղմազտարանների նախագծային պարամետրերը.
- ՀԷԿ-երի տղմազտարանների երկրաչափական և գնային պարամետրերի օպտիմալացման խնդրի լուծմամբ ապացուցվել է փոփոխական խցիկի երկրաչափությամբ լայնորեն օգտագործվող մի շարք լուծումների տնտեսական անհրազործելիությունը.
- հիմնավորվել է տղմազտարանների նախագծման համակարգային մոտեցում՝ հիմնված նախագծային ելքի և խցիկի հաստատուն լայնության պահպանման վրա:

Փաստական նյութը և հետազոտության մեթոդները

Դրված խնդիրները լուծելու համար օգտագործվել Ի.Վ. Եղիազարովի անվան ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտի լաբորատորիաներում իրականացված հետազոտությունների տվյալները: Հետազոտությունների և աշխատանքի նպատակի իրականացման համար կիրառվել են վիճակագրական, միջարկման, համադրման, նմանակման և այլ մեթոդներ:

Փորձահավանությունը. ատենախոսության հիմնական դրույթներն և ստացված արդյունքները ներկայացվել են.

- Ակադեմիկոս Ի.Վ.Եղիազարովի անվան ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտում.
- Հիդրավիլիական հետազոտությունների հայկական ազգային ասոցիացիայ խորհրդում.
- Վրաստանի տեխնիկական Համալսարանում.
- Նովոսիբիրսկի ինժեներաշինարարական համալսարանում:

Պաշտպանության է ներկայացվում.

- աղբորսիչ ճաղավանդակների պարամետրերի ընտրության առաջարկները՝ կախված տուրբինների տեսակից և շահագործման պայմաններից.

- ջրի փոփոխական ելքերի պայմաններում «CROSFLOW» տուրբիններով կահավորված երկու նման հիդրոագրեգատների զուգահեռ աշխատանքի ռեժիմների օպտիմալացման լուծումը.
- լեռնային գետերի վրա փոքր հիդրոէլեկտրակայանների շահագործման ընթացքում առաջացող տեխնիկական և բնապահպանական խնդիրների հիմնական պատճառների վերլուծության արդյունքները.
- փոքր հիդրոէներգետիկայի զարգացման ունիվերսալ սխեման.
- նորմատիվային պահանջների տեղայնացման ճշգրտված մոտեցումները, որոնք հաշվի են առնում լեռնային պայմաններում նախատեսված փոքր հիդրոէլեկտրակայանների առանձնահատկությունները.
- լեռնային գետերի ջերմաստիճանային ռեժիմի մշակված մոդելը.
- տղմագտարանների նախագծման գործընթացում, համակարգային մոտեցման դրույթները:

Ուսումնասիրության օբյեկտը և առարկան

Ուսումնասիրության օբյեկտը հետխորհրդային տարածաշրջանում, լեռնային գետերի վրա գործող փոքր հիդրոէլեկտրակայաններն են:

Ուսումնասիրության առարկան փոքր հիդրոէլեկտրակայանների ջրընդունիչ հանգույցների, այդ թվում՝ տղմագտարանների և աղբորսիչ ճաղավանդակների նախագծման և շահագործման պարամետրերն են, և ՀԷԿ-երի համար օգտագործվող տուրբիններում տեղադրված հիդրոագրեգատների շահագործման ռեժիմները:

Հետազոտության մեթոդները

Ուսումնասիրության մեջ օգտագործվել են տեսական վերլուծության և ընդհանրացման, հիդրավիկական և տեխնիկատնտեսական հաշվարկների, մաթեմատիկական մոդելավորման, ինչպես նաև գոյություն ունեցող փոքր հիդրոէլեկտրակայանների շահագործման տվյալների վերլուծության և ընդհանրացման մեթոդներ:

Ատենախոսության գործնական նշանակությունը

Ատենախոսության արդյունքները կարելի է օգտագործել լեռնային գետերի վրա նախատեսվող փոքր հիդրոէլեկտրակայանների նախագծման, կառուցման և շահագործման գործընթացներում:

Մշակումները հնարավորություն են տալիս նաև, փոքր հիդրոէլեկտրակայանների բաղադրիչների նախագծման ընթացքում ավտոմատացնել հաշվարկները: Մշակված առաջարկությունները կարող են օգտագործվել նախագծային կազմակերպությունների և շահագործող ընկերությունների կողմից՝ նախագծային լուծումների և սարքավորումների

շահագործման ռեժիմների ընտրության ժամանակ: Հետազոտության արդյունքները կիրառվել են Ղրղզստանի Հանրապետությունում մի շարք փոքր հիդրոէլեկտրակայանների նախագծման և կառուցման մեջ, այդ թվում՝ Բոզուլուկի, Ջերգեզի, Ջերգալանի, Չոն-Ջարգիլակիի և այլ օբյեկտներում:

Կատարված հետազոտությունների հավաստիությունը.

Ուսումնասիրության համար հիմք են հանդիսացել Ակադեմիկոս Ի.Վ.Եղիազարովի անվան ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտի լաբորատորիայում և էլեկտրաէներգիայի արտադրության պայմաններում իրականացված փորձարարական աշխատանքների արդյունքները:

Ատենախոսության հիմնական դրույթներն և արդյունքներն ամփոփված են 8 գիտական հոդվածներում, որոնցից 6-ն՝ առանց համահեղինակների:

Աշխատանքի կառուցվածքը

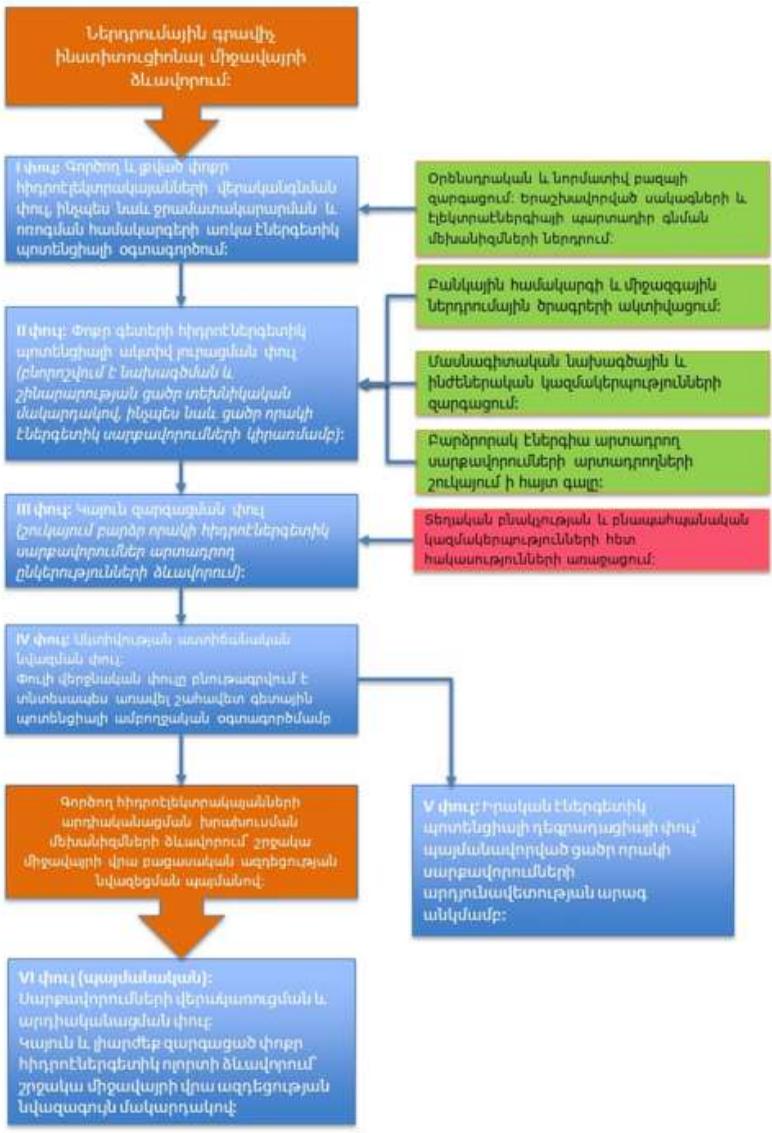
Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, երեք գլխից, եզրակացություններից և առաջարկություններից, գրականության ցանկից: Ատենախոսությունը շարադրված է 129 էջերի վրա և ներառում է 94 անվանում:

Ատենախոսության համառոտ բովանդակությունը

Ներածությունում հիմնավորված է ատենախոսական թեմայի արդիականությունը, ներկայացված են աշխատանքի նպատակն և խնդիրները, գիտական նորույթը, պաշտպանության ներկայացվող դրույթները:

Առաջին գլխում ներկայացված է հետազոտվող խնդիրների վերաբերյալ գրականության քննադատական ակնարկ: Շարադրված է աշխատանքի նպատակը և դրանից բխող խնդիրները:

Գլուխ երկրորդ. Բարձր աճի տեմպերը հաճախ հանգեցնում են ՓՀԷԿ-երի կառուցման ընթացքում նորմատիվ և իրավական պահանջների խախտումների: Սրվում են հակասությունները տեղական բնակչության և փոքր էներգետիկայի ներդրողների շահերի միջև: Նման իրավիճակներն առավել ընդգծված են չոր կլիմա ունեցող երկրներում (Հայաստան, Ղրղզստան), որտեղ ոռոգումը հանդիսանում է գյուղատնտեսության վարման հիմնական պայմաններից մեկը: Այս հակասությունների հիմնական պատճառը ոռոգման համակարգերի անկատար լինելն է՝ ջրի մեծ տարանցիկ կորուստներով մինչև ոռոգվող տարածքներ հասնելը: Տեղական բնակչությունը փորձում է փոխհատուցել այդ կորուստները ոչ թե կատարելագործելով ոռոգման համակարգերը, այլ ջրաղբյուրից ավելի շատ ջուր վերցնելով:



Նկ. 1 Փոքր հիդրոէներգետիկայի զարգացման մոդելի փուլերի բլոկ-սխեման

Նոր ջրօգտագործողի հայտնվելը սահմանափակում է այդ հնարավորությունը: Վերոնշյալից հետևում է, որ փոքր էներգետիկայի

ներդաշնակ զարգացումը կախված է ոչ միայն ոլորտային կարգավորումներից, այլև դրա հետ փոխկապակցված ճյուղերի համաչափ զարգացումից: Դրա վառ օրինակ է էլեկտրահաղորդման գծերի (ԷՀԳ) ցանցի խտությունը: Թեև բազմաթիվ երկրներում ընդունված են օրենքներ, որոնց համաձայն ՓՀԷԿ-երի միացումը էլեկտրական ցանցին հանդիսանում է բաշխիչ ընկերությունների պարտականությունը, գործնականում գրեթե ոչ մի երկրում դա լիարժեք չի իրականացվում: Արդյունքում, ամբողջ գետի էներգետիկական յուրացման գրավիչ սխեման կարող է դառնալ տնտեսապես անարդյունավետ՝ միացման կետերի հեռավորության պատճառով:

Բացի այդ, փոքր հիդրոէներգետիկայի զարգացմանը զուգընթաց ակտիվանում են բնապահպանական կազմակերպությունների բողոքները ՓՀԷԿ-երի կառուցման դեմ: Դրանք կարելի է խմբավորել հետևյալ կատեգորիաների.

1. Գետերի գերծանրաբեռնվածություն հաջորդաբար տեղադրված կայանների կասկադներով,
2. Ջրի գերծախս՝ էկոլոգիական թողքերի ռեժիմի խախտմամբ,
3. Ձկների վերարտադրողական անցման խոչընդոտում դիմհար կառուցվածքների միջով,
4. Հոսանքն ի վար միգրացիայի ընթացքում էներգիա արտադրող սարքավորումների մեջ ընկնող մանրաձկան ոչնչացում:

Ձևավորված թյուր կարծիքը, թե այս խնդիրների պատճառը շինարարական աշխատանքների անբարեխիղճ կատարումն է, հիմնականում թերի կամ նույնիսկ սխալ է: Իրական պատճառներն ավելի խորքային են, քան նախագծման կամ շինարարության սխալները: Խորհրդային նախկին հանրապետությունների հիդրոտեխնիկական շինարարության ոլորտի նորմատիվ բազայի ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ հաճախ այդ նորմերը ընդունվում են հանրապետական մակարդակով՝ առանց համապատասխան ադապտացնելու տեղական պայմաններին, իսկ երբեմն նույնիսկ բառացիորեն կրկնում են նախկին նորմերը:

Խորհրդային Միությունում գործող նորմերը հիմնականում մշակվել են խոշոր հարթավայրային գետերի համար, և դրանց կիրառումը լեռնային շրջանների փոքր հիդրոէներգետիկայում արդարացված չէ, իսկ որոշ դեպքերում՝ նույնիսկ անհնար: Արդյունքում առաջանում են չհիմնավորված նախագծային լուծումներ, որոնց իրականացումը չի ապահովում կառույցների նորմալ աշխատանքը և հանգեցնում է գետերի էկոլոգիական հավասարակշռության խախտման:

Այս խնդիրներին են նվիրված տվյալ ատենախոսությունում ներկայացված հիմնական մշակումները:

Մեկ այլ խնդիր, որը հատկապես Հայաստանում հանդիսանում է չհիմնավորված ջրառ հանգույցների հիմնական պատճառներից մեկը, ջրառների թույլատրելի չափերի նորմավորման անկատար համակարգն է:

ՓՀԷԿ-երի ջրառի ամսական խիստ սահմանափակման ընդունված մոտեցումը հանգեցնում է իրական արտադրանքի և նախագծային հաշվարկների անհամապատասխանության, քանի որ վերջիններս կատարվում են գետերի բազմամյա միջին հիդրոլոգիական տվյալների հիման վրա:

Փաստացի, ջրառի ամսական խիստ սահմանափակումները բերում են նրան, որ ջրառատ տարիներին ջրառը սահմանափակվում է նորմերով, իսկ սակավաջուր տարիներին՝ գետում հոսքի բացակայությամբ: Արդյունքում կայանի իրական արտադրանքը զգալիորեն պակասում է հաշվարկայինից:

Գնահատական հաշվարկներով, հոսքի մեծ տատանումներով գետերում (չոր շրջանների լեռնային գետեր) նախագծային արտադրանքի թերակատարումը կարող է հասնել 20–25%: Այս իրավիճակը, որպես կանոն, կրճատում է ներդրողի ֆինանսական միջոցները, հատկապես շահագործման առաջին տարիներին, երբ վարկային բեռը առավել բարձր է: Արդյունքում շատ ներդրողներ խախտում են թույլատրելի ջրօգտագործման ռեժիմը՝ դրանից բխող հետևանքներով:

Հայաստանում փոքր հիդրոէներգետիկայի հետագա զարգացումը ամբողջությամբ կախված է ինստիտուցիոնալ փոփոխությունների նոր փաթեթի մշակման և ներդրման հնարավորությունից, որը ուղղված կլինի գործող կայաններում ժամանակակից էներգիա արտադրող սարքավորումների և ավտոմատ կառավարման համակարգերի ներդրմանը: Սա թույլ կտա ոչ միայն պահպանել, այլև էապես բարձրացնել երկրի փոքր հիդրոէներգետիկայի պոտենցիալը: Միաժամանակ, գործող կայանների կատարելագործումը խթանող միջոցառումների փաթեթում անհրաժեշտ է ներառել շրջակա միջավայրի վրա կայանների բացասական ազդեցության նվազեցման պարտադիր պայմանը: Որպես առաջնահերթ քայլ անհրաժեշտ է հրաժարվել ՓՀԷԿ-երի ջրօգտագործման թույլտվությունների ներկա համակարգից՝ ջրառի սահմանափակումներով, որը ծայրահեղ բացասական ազդեցություն է ունենում թե՛ ներդրողների, և թե՛ երկրի ընդհանուր էներգետիկական և բնապահպանական ռազմավարության վրա: Անհրաժեշտ է անցում կատարել համաշխարհային փորձով հիմնավորված առաջադեմ համակարգին՝ գետում պարտադիր էկոլոգիական թողքերի ֆիքսման և ազատ հոսքի առավելագույն օգտագործման սկզբունքին:

Շահագործման փորձը ցույց է տալիս, որ լվացման բացվածքների երկարատև բաց վիճակում պահելը ողջ վարարային շրջանի ընթացքում

հանգեցնում է էլեկտրաէներգիայի արտադրության զգալի կորուստների և կարող է բացասաբար ազդել ջրառ հանգույցի կառուցվածքների աշխատանքի կայունության վրա: Այսինքն՝ վարարային հոսքերի անցկացման երաշխավորված մասնակցության նպատակով լվացման բացվածքները նախապես բաց պահելը նպատակահարմար չի համարվում՝ վարարային գործընթացների ժամկետների և բնույթի անորոշության պատճառով: Առաջարկվում է բարձր լեռնային շրջաններում տեղակայված փոքր դերիվացիոն ՀԷԿ-երի համար վարարային հոսքերի անցկացման հաշվարկներում կիրառել ջրատար կառույցների երաշխավորված մասնակցության չափանիշ:

Այսպիսի կառուցվածքներից են նախևառաջ ջրթափները, որոնք ապահովում են ջրի անցումը համապատասխան մակարդակների հասնելու դեպքում: Կառավարվող լվացման բացվածքները և ձկնանցարանները տվյալ դեպքում դիտարկվում են որպես շահագործման տարրեր, որոնք չեն մասնակցում հաշվարկային վարարումների անվտանգ անցկացման ապահովմանը: Առաջարկվող մոտեցումը կրում է կոնսերվատիվ բնույթ, սակայն թույլ է տալիս ապահովել հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների պահանջվող հուսալիությունն ու անվտանգությունը արտաքին ազդեցությունների բարձր անորոշության պայմաններում: Առաջարկված մոտեցումը ձևավորվել է Հայաստանի, Վրաստանի և Ղրղզստանի Հանրապետությունում փոքր դերվացիոն հիդրոէլեկտրակայանների շահագործման և դրանց աշխատանքի վերլուծության բազմամյա գործնական փորձի հիման վրա: Դրա կիրառումը հնարավորություն է տալիս նվազեցնել կառույցների անվտանգության կախվածությունը կազմակերպչական և շահագործման գործոններից, որոնց իրականացումը բարձր լեռնային շրջանների պայմաններում դժվար է երաշխավորել:

Ստացված եզրահանգումները կարող են օգտագործվել բարձր լեռնային շրջաններում տեղադրված փոքր հիդրոէլեկտրակայանների նախագծման մեթոդական հանձնարարականների և նորմատիվ դրույթների ճշգրտման գործընթացում: Առաջարկվում է տվյալ հարցերը ներկայացնել մասնագիտական համայնքի քննարկմանը՝ նորմատիվ փաստաթղթերի արդիականացման և տեղայնացման ընթացքում, հատկապես լեռնային ռելիեֆը գերակշռող հանրապետությունների համար:

Ձկնանցարանի հունի թեքությունների նորմատիվ սահմանումը գիտականորեն հիմնավորված չէ, քանի որ նախագծման հիմքում դրված են հոսքի այն արագությունները, որոնք ընդունելի են տվյալ տեսակային կազմի

համար, իսկ այդ արագությունների ապահովումը հնարավոր է ձկնուղու տարբեր թեքությունների դեպքում՝ կախված ուղու հունի ապահովվող խորդուբորդության կոնստրուկտիվ լուծումներից: Լեռնային պայմաններում ձկնուղիների երկրաչափական պարամետրերը պետք է սահմանվեն թիրախային ձկնատեսակների և միգրացիայի իրական հոսքերի հիման վրա, իսկ նորմատիվները պետք է սահմանեն ֆունկցիոնալ չափանիշներ (մուտքի հայտնաբերման ապահովում, տեղային արագությունների բազմազանություն, հանգստի գոտիների առկայություն), այլ ոչ թե միասնական չափեր: Ձկնանցարանի հաշվարկը՝ 5 % ապահովվածությամբ առավելագույն վարարին համապատասխանող մակարդակների դեպքում, լեռնային պայմաններում հաճախ մեկնաբանվում է երկիմաստ: Կենսաբանական տեսանկյունից թիրախային ձկնատեսակների միգրացիան տեղի է ունենում բնորոշ «ծվադրման» հոսքերի ժամանակ, որոնք, որպես կանոն, էապես ցածր են վարարային հոսքերից: Ինժեներական տեսանկյունից կառուցվածքը պետք է լինի կայուն և անվտանգ ջրի բարձր մակարդակների լայն տիրույթում: Սակայն ձկնանցարանի նույնական հիդրավլիկ աշխատունակությունը և՛ սակավաջրության, և՛ վարարի պայմաններում ապահովելու փորձը հաճախ հանգեցնում է ձկնանցման հոսքի կարգավորման անհրաժեշտությանը՝ փականների միջոցով: Լեռնային ՓՀԷԿ-երի պայմաններում նման լուծումը անբարենպաստ է. այն պահանջում է որակավորված անձնակազմ, հասանելիության ապահովում, էլեկտրամատակարարում և չի բացառում ձկնուղու դիտավորյալ փականն ռիսկը՝ արտադրության շահերից ելնելով: Հետևաբար, լեռնային ՓՀԷԿ-երի համար նպատակահարմար է տարանջատել՝ միգրացիայի աշխատանքային տիրույթը (կենսաբանական հաշվարկ) և ձկնանցարանների կոնստրուկցիաների կայունության և անվտանգության ստուգումը ջրի բարձր մակարդակների դեպքում՝ առանց վարարի ժամանակ կենսաբանական արդյունավետության պահպանման պահանջի: Ձկնանցարանների նախագծման ժամանակ կիրառվող ձկների աղյուսակային արագությունների բնութագրերի կիրառելիության վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ այդ պարամետրերը նույնիսկ մեկ տեսակին պատկանող ձկների համար չեն հանդիսանում ունիվերսալ հաստատուններ: Փորձարարական հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ նույն տեսակի այն ներկայացուցիչները, որոնք ծագում են արագահոս գետերից, ցուցաբերում են կրիտիկական և ցատկի արագությունների ավելի բարձր արժեքներ՝ համեմատած հարթավայրային ջրային հոսքերում բնակվող պոպուլյացիաների հետ: Այս տարբերությունները դիտարկվում են ինչպես էվոլյուցիոն ադապտացիայի, այնպես էլ ֆենոտիպային պլաստիկության արդյունք: Նորմատիվ փաստաթղթերում ցատկի արագության հասկացության կիրառումը՝ առանց դրա իրականացման ժամանակի հետ կապի, հանգեցնում է մեթոդաբանական խզման ձկների կենսաբանական հնարավորությունների և

ինժեներական հաշվարկների միջև: Մասնավորապես, թեքահարթակային ձկնուղու նախագծման ժամանակ անհնար է կոռեկտ կերպով որոշել հանգստի գոտիների միջև հատվածների երկարությունը, շեմերի միջև հեռավորությունը և թեքահարթակի թույլատրելի թեքությունը՝ հիմնվելով բացառապես հոսքի արագության սահմանային արժեքի վրա: Այս պայմաններում ցատկի արագության նորմատիվ սահմանումը չի կարող դիտարկվել որպես բավարար հաշվարկային չափանիշ: Այսպիսով, ձկնանցարանների նախագծման համար, հատկապես լեռնային գետերի պայմաններում, նպատակահարմար է անցում կատարել դիսկրետ արագային նորմավորումից դեպի ֆունկցիոնալ մոտեցում, որը հիմնված է ձկան շարժման արագության և դրա պահպանման ժամանակի միջև կախվածության վրա: Նման մոտեցումը թույլ է տալիս ուղղակիորեն կապել հոսքի հիդրավլիկ պարամետրերը կառույցի երկրաչափության և ձկների ֆիզիոլոգիական հնարավորությունների հետ: Դիտարկումների համաձայն՝ ուսումնասիրված ՓՀԷԿ-երի զգալի մասում ձկնուղիներ իրականացվել են որպես երկրորդական տարր՝ նախատեսված հիմնականում բնապահպանական պահանջներին ֆորմալ համապատասխանություն ապահովելու համար: Այդ դեպքում փաստացի արդյունավետությունը չի հաստատվել չափումներով, անցման մոնիթորինգով և մուտքային գոտու աշխատանքի վերլուծությամբ: Ստորև ներկայացվում է առավել տարածված սխալների տիպավորումը: Ներկայացված տիպավորումը ցույց է տալիս, որ լեռնային պայմաններում հիմնական խնդիրը կապված է ոչ այնքան հաշվարկային «բանաձևերի» հետ, որքան ձկնանցարանի ֆունկցիոնալ կազմակերպման հետ՝ մուտքի հայտնաբերման ապահովմամբ, երաշխավորված հոսքով և ուղու հիդրավլիկ կառուցվածքով: Գործնական փորձի հիմնական եզրակացությունն այն է, որ ձևականորեն որպես «աստիճան» կամ «ալիք» իրականացված ձկնանցարանը ինքնաբերաբար արդյունավետ չի դառնում: Լեռնային գետերի պայմաններում որոշիչ են հետևյալ գործոնները.

- մուտքի հիդրավլիկ հայտնաբերման ապահովումը,
- կայուն հոսքի առկայությունը (ցանկալի է՝ ինքնագործուն, անկախ սպասարկող անձնակազմից),
- ձկնուղու ներսում նվազեցված արագությունների և խորությունների տեղային գոտիների ձևավորումը, որոնք համադրելի են թիրախային ձկնատեսակների կենսաբանական հնարավորություններին,
- դիմադրողականությունը նստվածքներին, աղբին և վարարային պայմաններում հունի վերակազմավորումներին:

Եթե նշված գործոններից գոնե մեկը ապահովված չէ, ձկնանցարանը վերաճվում է կառուցվածքային տարրի, որը չի կատարում իր բնապահպանական գործառույթը: Լեռնային ռելիեֆ ունեցող այն երկրներում, որտեղ ընթանում է հիդրոէներգետիկական ռեսուրսների ինտենսիվ յուրացում,

անհրաժեշտ է հատուկ ուշադրություն դարձնել էկոլոգիական նորմատիվների ադապտացիային: Հնարավոր ճշգրտումների ուղղություններն են.

- ջրային հոսքերի տիպավորման ներդրում (հարթավայրային /ախալեռնային/լեռնային) և նախագծային սկզբունքների տարանջատում,
- խիստ երկրաչափական չափերից անցում դեպի ֆունկցիոնալ չափանիշներ (մուտքի հայտնաբերման ապահովում, տեղային արագությունների տիրույթ, հանգստի գոտիների առկայություն),
- միգրացիայի շրջանում ձկնանցարանում նվազագույն հոսքի նորմավորում (կոնստրուկտիվորեն ապահովված) և ապահովում,
- ստուգումների տարանջատում. կենսաբանական հաշվարկ՝ ձվադրման հոսքերի համար և ջրի բարձր մակարդակների դեպքում կայունության/անվտանգության ստուգում,
- արդյունավետության պարտադիր վերիֆիկացիայի պահանջ (անցման մոնիթորինգ, լուսանկարահանում/տեսանկարահանում, հոսքի վերահսկում) և ուղղիչ միջոցառումներ,
- սելավի, նստվածքների և աղբի հաշվառում որպես պարտադիր բաժին լեռնային ՓՀԷԿ-երի համար (ինքնամաքման կարողություն, մուտքերի/ելքերի պաշտպանություն),
- բազմավարիանտ լուծումների թույլատրում (մի քանի մուտք, համակցված ուղիներ, անհրաժեշտության դեպքում՝ երկու ձկնանցման ուղի)՝ տեսակային կազմի և սեզոնների հիմնավորմամբ,
- լեռնային գետերի վրա փոքր ջրառ կառույցների համար նպատակահարմար է որպես առաջնահերթ լուծում դիտարկել թեքահարթակային ձկնուղին, որն ապահովում է առավելագույն համապատասխանություն հունի բնական հիդրավիլիկային և առանձնանում են շահագործման բարձր հուսալիությամբ: Ձկնուղիների այլ տիպերի դիտարկումը խորհուրդ է տրվում իրականացնել միայն այն դեպքում, երբ առկա են հիմնավորված սահմանափակումներ, որոնք բացառում են թեքահարթակային ձկնուղու իրականացումը:

Գլուխ երրորդ. Հունի մորֆոմետրիկ պրոֆիլի աստիճանական մոդելի ճիշտ կիրառման համար անհրաժեշտ է որոշել կորության ցուցանիշի mHm_HmH արժեքը, որը բնութագրում է տվյալ գետի երկայնական պրոֆիլի ձևը: mHm_HmH պարամետրի կալիբրավորումը կատարվում է հունի երկայնական պրոֆիլի բնական կամ հեռակա տվյալների հիման վրա և ուղղված է բարձրությունների իրական բաշխման աստիճանական կախվածությամբ մոտարկմանը: ՓՀԷԿ-երի տղմագտարանների ինժեներական հաշվարկների, ինչպես նաև նստվածքների հիդրավիլիկական խոշորության ճիշտ գնահատման համար անհրաժեշտ է մեթոդիկա, որը հնարավորություն է տալիս վերականգնել ջրի ջերմաստիճանը կամայական հաշվարկային հատածքում՝ բնական դիտարկումների բացակայության դեպքում: Սույն աշխատանքում առաջարկվում է գետի ջերմաստիճանային պրոֆիլի միատեսակ աստիճանական մոդել, որը

Ֆունկցիոնալորեն կապված է նրա երկայնական պրոֆիլի մորֆոլոգիայի հետ: Մեթոդիկայի հիմքում դրված է այն դրույթը, որ վարարումների շրջանում լեռնային գետերի ջերմաստիճանային ռեժիմը որոշվում է ոչ միայն ակունքի ջերմային պայմաններով, այլև հունում ջրի մնալու ժամանակով, որը, իր հերթին, սերտորեն կապված է երկայնական պրոֆիլի թեքության և ձևի հետ:

Գետի ջերմաստիճանային պրոֆիլի առաջարկվող աստիճանական մոդելը, որը ֆունկցիոնալ կապված է հունի մորֆոմետրիկ պրոֆիլի հետ, նախ և առաջ ուղղված է ՓՀԷԿ-երի տղմազտարանների նախագծման ընթացքում նախնական և տեխնիկատնտեսական հիմնավորման ինժեներական խնդիրների լուծմանը: Դրա կիրառման ճշգրտությունը պայմանավորված է մի շարք հիդրոլոգիական, մորֆոլոգիական և կլիմայական պայմաններով, որոնք անխտիր պետք է հաշվի առնվեն: Մոդելը առավել կիրառելի է ձնա-սառցադաշտային և ձնա-անձրևային սնուցմամբ լեռնային և նախալեռնային գետերի համար, որոնց բնորոշ են արտահայտված գոտիականությունն ըստ նիշերի, հունի թեքությունների էական փոփոխությունը երկարությամբ և հստակ արտահայտված վարարումների շրջանի առկայությունը: Նման պայմաններում գետի ջերմաստիճանային ռեժիմը զգալի չափով որոշվում է հունում ջրի մնալու ժամանակով, որը օրինաչափորեն աճում է հոսանքի ուղղությամբ ներքև՝ թեքությունների և հոսքի արագությունների նվազման հետ միասին:

Մոդելի կիրառումը ենթադրում է, որ գետի հաշվարկային հատվածը ներքևից սահմանափակված է բազիսային հատածքով (գետաբերան կամ հիդրոմետրական դիտակետ), որտեղ առկա են կամ կարող են ընդունվել ջրի ջերմաստիճանի ներկայացուցչական տվյալներ, իսկ վերևից՝ վարարումների շրջանում հոսքի ձևավորման սահմանով (ձնա-սառցադաշտային ծածկույթի ստորին սահման կամ հունների կայուն բաժանման կետ): Միևնույն ժամանակ վերին սահմանային ջերմաստիճանային պայմանները պետք է ունենան միանշանակ մեկնաբանություն և համապատասխանեն հալոցքային ջրերին բնորոշ ջերմաստիճանների միջակայքին: Մոդելն ունի ջերմաստիճանային ռեժիմի քվազիստացիոնար բնույթ և ուղղված է վարարումների շրջանի բնորոշ պայմանների համար հաշվարկների իրականացմանը: Այն նախատեսված չէ ջրի ջերմաստիճանի կարճաժամկետ օրական տատանումների, ծայրահեղ հիդրոմետեորոլոգիական երևույթների, ինչպես նաև գետերի այն հատվածների նկարագրության համար, որտեղ առկա է զգալի տեխնածին ազդեցություն, ինչպիսիք են հեռացվող տաք ջրերը, ջրամբարները, ելք ունեցող լճերը, և երկարաձիգ դիմհարային գոտիները: Առաջարկվող մոդելը պետք է դիտարկել որպես ինժեներական գործիք՝ բնական տվյալների պակասի պայմաններում գետի միջինացված երկայնական ջերմաստիճանային պրոֆիլի վերականգնման համար: Կիրառելիության նշված պայմանների պահպանման դեպքում այն հնարավորություն է տալիս ստանալ ջրի ջերմաստիճանի ֆիզիկապես

հիմնավորված գնահատականներ, որոնք բավարար ճշգրտությամբ են նստվածքների հիդրավլիկական խոշորության և ՓՀԷԿ-երի տղմագտարանների պարամետրերի հաշվարկների համար:

Հունի մորֆոմետրիկ բնութագրերի վրա հիմնված գետերի երկայնական ջերմաստիճանային պրոֆիլի վերականգնման առաջարկվող մեթոդիկան ունի բարձր գործնական արժեք ինժեներական հաշվարկների համար, սակայն դրա հետագա զարգացումը և ճշգրտումը պահանջում են նպատակային հետազոտությունների իրականացում՝ ուղղված փորձարարական տվյալների բազայի ընդլայնմանը և մոդելի ֆիզիկական նախադրյալների հստակեցմանը: Կարևոր ուղղություն է ջերմաստիճանային ռեժիմի և հոսքի հիդրավլիկական բնութագրերի համակցված ուսումնասիրությունը: Նույն հատածքներում, որտեղ գրանցվում է ջրի ջերմաստիճանը, հոսքի արագությունների, ջրի ծախսերի և հունի լայնության չափումների իրականացումը թույլ կտա անմիջապես կապել ջերմաստիճանային մոդելի պարամետրերը հունում ջրի մնալու ժամանակի հետ և ստուգել m-T և m-H ցուցանիշների միջև հակադարձ կախվածության հիպոթեզը: Հետազոտությունների խոստումնալից ուղղություն է վտակների, հունի լայնացումների և տեղային մորֆոլոգիական առանձնահատկությունների ազդեցության վերլուծությունը հիմնական հոսքի ջերմաստիճանային պրոֆիլի վրա: Սա հնարավորություն կտա սահմանել միաչափ աստիճանական մոդելի կիրառելիության սահմանները և մշակել դրա փոփոխման առաջարկություններ՝ բարդ հիդրոգրաֆիկական կառուցվածք ունեցող գետերի համար: Ընդհանուր առմամբ, նշված հետազոտությունների իրականացումը կստեղծի հիմք գետերի ջերմաստիճանային ռեժիմի նկարագրման գործում ինժեներական գնահատման մոտեցումից դեպի լիարժեք չափաբերված տարածաշրջանային մոդելի անցնելու համար, ինչը թույլ կտա բարձրացնել նստվածքների հիդրավլիկական խոշորության և ՓՀԷԿ-երի տղմագտարանների պարամետրերի հաշվարկների հուսալիությունը լեռնային շրջանների պայմաններում:

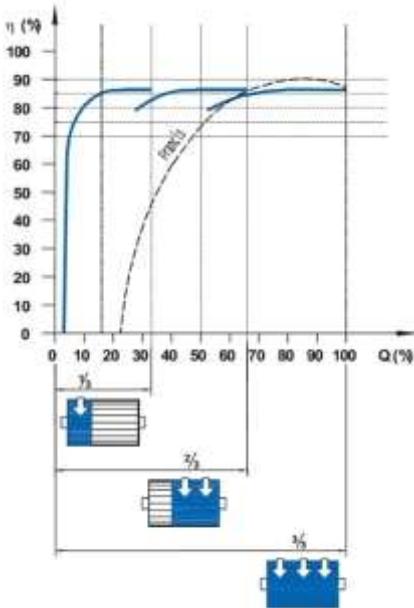
ՓՀԷԿ տղմագտարանը հաջորդաբար դասավորված տարրերի ամբողջություն է, որը ներառում է խոշոր աղբորսիչ ճաղավանդակ, մոտեցնող ջրանցք, նստվածքի կուտակման համար մեղայլ ծավալով նստեցման խցիկ, վլացման հանգույց, մանր աղբորսիչ ճաղավանդակ, ինչպես նաև ճնշման խցիկ և դերիվացիայի մուտքային կարճ խողովակ: Այս տարրերից յուրաքանչյուրն ունի իր հաշվարկման մեթոդը՝ հիմնված տեղային հիդրավլիկ չափանիշների վրա, ինչպիսիք են թույլատրելի

արագությունները, ճնշման կորուստները, նստեցման կամ լվացման պայմանները: Ինտեգրալ նախագծման մեթոդի բացակայության դեպքում նախագծողը հարկադրված է խնդրի լուծումն իրականացնել հաջորդականորեն՝ տարր առ տարր: Արդյունքում տարբեր հանգույցների պահանջները հաճախ ունեն հակասական բնույթ. արդյունավետ նստեցման համար ճաղավանդակների շահագործման համար թույլատրելի արագությունները գերազանցվում են, նստեցման խցիկում նվազագույն արագությունների ապահովման պայմանները հակասում են լվացման պահանջներին, իսկ ճնշումային խցիկում արագությունների հավասարաչափության պահանջները չեն համընկնում լվացման հանգույցի անկայուն շահագործման ռեժիմի հետ: Նշված պահանջների համաձայնեցման ձևակերպված ընթացակարգի բացակայության պայմաններում կառուցի երկրաչափությունը սկսում է կատարել փոխհատուցող գործառույթ: Այսպիսի իրավիճակում գործնականում ի հայտ են գալիս փոփոխական լայնություններով, դիֆուզորային և կոնֆուզորային հատվածներով, ինչպես նաև լրացուցիչ բուֆերային գոտիներով լուծումներ: Տարրերի երկրաչափական «անջատումը» հնարավորություն է տալիս տեղայնորեն բավարարել յուրաքանչյուր հանգույցի պահանջները, սակայն միևնույն ժամանակ հանգեցնում է երկարաձգված անցումային հատվածների ձևավորմանը, որոնցում հոսքը կրում է տարածական, էապես ոչ միաչափ բնույթ: Նման գոտիների համար դասական միաչափ հիդրավլիկ մոդելները կորցնում են իրենց կիրառելիությունը, իսկ նստեցման արդյունավետությունը չի կարող հաշվարկային եղանակով պատշաճորեն գնահատվել: Ինժեներական տեսանկյունից անցումային հատվածները, որպես կանոն, չեն կարող ամբողջությամբ կապված լինել տղմագտարանի աշխատանքային նստեցման երկարության հետ: Տիղմի որսման տրված աստիճանը ապահովելու նպատակով նախագծողը հարկադրված է կառուցի ընդհանուր երկրաչափական երկարությունը մեծացնել մուտքային և ելքային անցումային հատվածների երկարություններով: Սա անխուսափելիորեն հանգեցնում է հողային և բետոնային աշխատանքների ծավալների աճին, կառուցվածքային հանգույցների բարդացմանը, կարերի և միացումների քանակի ավելացմանը, ինչպես նաև կապիտալ ծախսերի աճին: Փոփոխական երկրաչափության կիրառումը առաջացնում է շահագործման ռիսկերի աճի լրացուցիչ հետևանք: Ընդլայնման և նեղացման գոտիներում հաճախ ձևավորվում են վերաշրջանառության հատվածներ և հոսքի տեղային արագացումներ, որոնք նպաստում են նստվածքների անհավասար կուտակմանը և լվացման պայմանների

վատթարացմանը: Արդյունքում կառույցը դառնում է ավելի զգայուն հիդրավլիկ ռեժիմի շեղումների նկատմամբ և պահանջում է լրացուցիչ շահագործական միջոցառումներ:

Գլուխ չորրորդ. «Crossflow» տուրբինները հատկապես լավ են իրենց ցուցադրել լեռնային պայմաններում կառուցված կայաններում, որտեղ առկա են ելքերի սեզոնային տատանումների մեծ ամպլիտուդներ: Նույնիսկ անվանական օգտակար գործողության գործակցի համեմատաբար ցածր արժեքների դեպքում կայանի տարեկան արտադրանքը շատ հաճախ գերազանցում է այլ տիպի տուրբինների (մասնավորապես Ֆրենսիսի) նույն ցուցանիշը:

«Crossflow» տուրբինի անվանական օգտակար գործողության գործակիցը տատանվում է 85–87% սահմաններում: Ելքերի մեծ տատանումների պայմաններում կայուն օգտակար գործողության գործակից ապահովելու նպատակով Քրոսֆլոու հոսքային տուրբինը իրականացվում է երկխոց կառուցվածքով: Սովորաբար խոցերը բաժանված են 1:2 հարաբերությամբ:



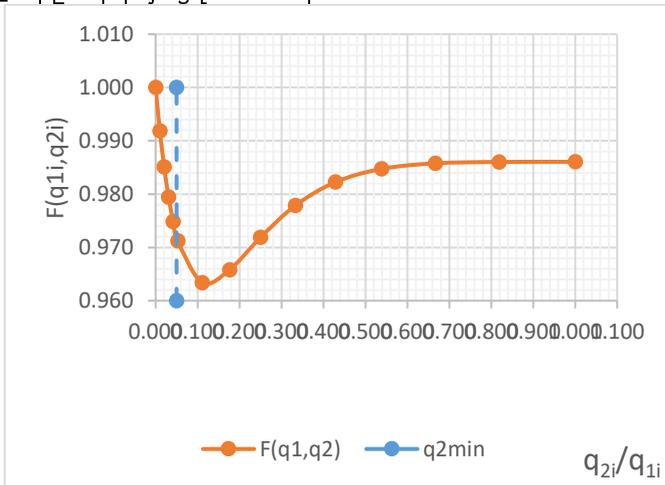
Ավելի նեղ խոցը նախատեսված է փոքր ելքերի, իսկ լայն խոցը՝ միջին ելքի ջրի մշակման համար: Լիարժեք ծախսի դեպքում երկու պայտսներն աշխատում են համատեղ: Նման բաժանումը հնարավորություն է տալիս ապահովել բավական բարձր օգտակար գործողության գործակից (ավելի քան 80%) նույնիսկ այն դեպքում, երբ ելքը նվազում է մինչև հաշվարկային ծախսի 17%-ը (նկ. 2): Ավելին, տուրբինը արդեն սկսում է աշխատել այն ժամանակ, երբ ելքը կազմում է հաշվարկայինի 5–6%-ը: Սա հնարավորություն է տալիս նրան մրցակցել նույն ճնշումների երի միջակայքում աշխատող այլ տուրբինների հետ:

Նկ. 2 Երկսեկցիոն հոսքային տուրբինի օ.գ.գ. կորը

«Crossflow» հոսքային տուրբինով հագեցած ագրեգատի կազմում ռեդուկտորի առկայությունը ունի ինչպես բացասական, այնպես էլ դրական կողմեր: Նման լուծման հիմնական թերությունը ագրեգատի օգտակար գործողության գործակցի նվազումն է ռեդուկտորի վրա՝ մոտավորապես 2–

3%-ով: Դրական կողմերից պետք է նշել, որ նման տուրբինները ունեն զգալիորեն ցածր պտույտի հաճախականություն, ինչը էապես մեծացնում է դրանց շահագործման ժամկետը: Ճիշտ շահագործման պայմաններում վերոհիշյալ ընկերությունների արտադրության հոսքային տուրբինները առաջին կապիտալ վերանորոգման անհրաժեշտությունը ունենում են մոտավորապես 40–45 տարի անց:

Մեկաստիճան ռեդուկտորները ունեն 98% անվանական օ.գ.գ.: Նման ռեդուկտորները աշխատում են 20–200 մետր հաշվարկային ճնշումների միջակայքում: $i=5-8$ փոխանցման գործակցի միջակայքում ագրեգատները համալրվում են երկաստիճան ռեդուկտորներով, որոնց անվանական օգտակար գործողության գործակիցը, որպես կանոն, կազմում է մոտ 97%: Մշակվել է VBA միջավայրում կախվածության թվային լուծման ծրագիր: Երկու ագրեգատով կայանի համար կատարված հաշվարկի արդյունքները ներկայացված են նկ. 3-ում:



Նկ. 3 $F(q_1, q_2)$ -ի կախվածությունը q_{2i}/q_{1i} հարաբերակցությունից

«Crossflow» տիպի հոսքային տուրբինները կարող են կիրառվել ջրահեռացման համակարգերում կեղտաջրերի ավելորդ ճնշումն օգտագործելու համար: Ի տարբերություն բնական ջրային հոսքերի, հիդրոլոգիական կանխատեսումների գործոնն այստեղ մեծապես փոխարինվում է կառույցների տեխնոլոգիական շահագործման ռեժիմով, ինչը նվազեցնում է գնահատականների անորոշությունը: Ավանդական հիդրոտուրբինային ագրեգատների օգտագործումը նման պայմաններում

զգալիորեն սահմանափակ է կեղտաջրերի հոսքում օրգանական խառնուրդների, մանրաթելային ներառումների և պինդ մասնիկների բարձր պարունակության պատճառով: Պետք է նշել, որ այս դեպքում խոսքը ապարային ծագում ունեցող խառնուրդների մասին չէ, այլ, առաջին հերթին, օրգանական ծագման, այդ թվում՝ կենցաղային թափոնների, որոնցով թելադրվում են սարքավորումների աշխատանքային պայմանները: «Crossflow» տիպի հոսքային տուրբիններն ունեն մի շարք նախագծային և շահագործման առանձնահատկություններ, որոնք այդ ազդեցատները դարձնում են կեղտաջրերի կիրառման համար ամենահարմար տեխնիկական լուծումներից մեկը: Դրանց թվում են հոսքի ուղու չխցանող կոնստրուկցիան, աշխատանքային թիակի ինքնամաքման արտահայտված ազդեցությունը և բարձր օրգանական խառնուրդներով հոսքի պայմաններում, աշխատանքի հուսալիությունը: Բնօրինակային չափումներ ցույց են տվել հաշվարկայինի համեմատ կայանի հզորության աննշան անկում, որը առաջանում է վերը նշված երևույթների պատճառով: Հզորության կորուստները կազմում են 1.5-2%-ը:

ԵՃՐԱԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Փոքր հիդրոէներգետիկայի նորմատիվ բազան հանդիսանում է երկրի էներգետիկ պոտենցիալի արագ, կայուն զարգացման և լիարժեք յուրացման հիմնական նախապայմանը: Հայաստանի փոքր էներգետիկայի պոտենցիալի պահպանման և ավելացման համար վճռորոշ դեր է ունենալու օրենսդրական խրախուսիչ միջոցառումների փաթեթի մշակումը, որը կխթանի էներգիա արտադրող սարքավորումների արդիականացմանը՝ միաժամանակ նվազագույնի հասցնելով ՓՀԷԿ-երի բացասական ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա: Անհրաժեշտ է փոփոխել ջրօգտագործման գործող թույլտվությունների համակարգը, որը սահմանափակում է ՓՀԷԿ-երի ջրառը և ներդնել ՓՀԷԿ ջրառ հանգույցներից պարտադիր ջրի թողքերի ֆիքսման համակարգ:
2. Բարձր լեռնային շրջաններում փոքր դերիվացիոն ՀԷԿ-երի համար վարարային հոսքերի անցկացման հաշվարկներում գործող նորմատիվ պահանջների կիրառումը՝ առանց հաշվի առնելու շահագործման առանձնահատկությունները, նվազեցնում է կառավարվող ջրատար կառույցների հուսալիությունը: Հայաստանում ներկայումս գործող հարթավայրային գետերի համար մշակված նորմատիվների ֆորմալ կիրառումը լեռնային ջրային օբյեկտների վրա առանց տեղայնացման անընդունելի է: Առաջարկվում է հեղեղային հոսքերը անվտանգ բաց

թողելու նպատակով հաշվի առնել միայն հիդրավլիկ տեսակետից ավտոման կարգավորվող ջրիեռ կառուցվածքները:

3. Ձկնանցարանների չափերի սահմանման գործող պահանջները և ֆորմալ ցուցումները լեռնային պայմաններում չեն երաշխավորում ձկների անցանելիությունը: Լեռնային շրջաններում անհրաժեշտ է առաջնահերթություն տալ թեքահարթակային տիպի ձկնուղիներին և բնական հունով լուծումներին: Աստիճանային և այլ տիպի ձկնուղիների բետոնե կառուցվածքներ կարելի է կիրառել միայն բացառիկ դեպքերում:
4. Լեռնային պայմաններում, որտեղ ընթանում է հիդրոէներգետիկ ռեսուրսների ակտիվ օգտագործում, անհրաժեշտ է հրաժարվել փոխառված իրավանորմատիվային պահանջներից և մշակել տեղական պայմաններին ուղղված նորմատիվային ակտեր՝ հիմնված ֆունկցիոնալ արդյունավետության և էկոլոգիական վերիֆիկացիայի վրա:
5. Պարբերաբար լվացվող տղմազտարանների Ֆինանսատնտեսական արդյունավետությունն ապահովելու համար, նախագծելիս խորհուրդ է տրվում բոլոր տարրերի համար ընդունել ֆիքսված լայնություն՝ իրականացնելով փաթեթային հաշվարկ: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ տղմազտարանի կառուցման նվազագույն արժեքը ձեռք է բերվում հիդրավլիկորեն առավելագույն թույլատրելի լայնության դեպքում:
6. Առաջարկություններ են տրվում մանր աղբորսիչ ճաղավանդակների չափերի ընտրության վերաբերյալ: Սահմանվել է, որ լեռնային գետերում հաճախ անհնար է ապահովել մանր աղբորսիչ ճաղավանդակների բացվածքը՝ համաձայն շրջակա միջավայրի չափանիշների: Գետնիվար մանրածկան միգրացիայի ընթացքում ձկների պաշտպանությունը պետք է ապահովել ձկնապաշտպան սարքերի լայնորեն կիրառումով (ձկանը վանող միջոցներ, աէրատորներ, շրջանցիկ ջրահեռացման համակարգեր և այլն):
7. Տղմազտարանների նախագծման ժամանակ պետք է հաշվի առնել գետի ջերմաստիճանային ռեժիմը՝ բերված նախագծվող ջրառ հանգույցի հատածքին: Մշակվել է մեթոդաբանություն գետի երկայնքով ջերմաստիճանային մոդել ստեղծելու համար՝ հաշվի առնելով գետի մորֆոմետրիական կառուցվածքը, ինչը թույլ է տալիս հիդրոմետրիական դիտակետում գետի ջերմաստիճանի տվյալները բերել նախագծվող ջրառի հատածքին:

8. Լեռնային գետերի վրա փոքր հիդրոէլեկտրակայանների կառուցման փորձի ուսումնասիրությունը ցույց տվեց Crossflow տուրբիններով զինված ագրեգատների օգտագործման նպատակահարմարությունը: Ապացուցված է, որ երկու հոսքային տուրբինների զուգահեռ աշխատանքի դեպքում, առավելագույն արտադրանքը ապահովվում է հավասար ելքերի պայմաններում:
9. Շահագործման փորձը ցույց է տալիս Crossflow հոսքային տուրբինների օգտագործման նպատակահարմարությունը՝ «պայմանականորեն մաքրված» կեղտաջրերի համակարգերի վրա ազատ ճնշումների օգտագործման համար:

Ատենախոսության թեմայով հրատարակվել են հեղինակի հետևյալ աշխատանքները.

1. Gabayan S.G. Design and Operational Features of Trash Racks for Small Hydropower Plants on Mountain Rivers //Bulletin Of High Technology N 3 (35) 2025.-pp. 78-86.
2. Gabayan S.G. Algorithm for Calculation and Optimization of Sedimentation Basin Structures for Small Hydropower Plants //Bulletin Of High Technology N 4 (36) 2025.-pp. 21-37.
3. Gabayan S.G. Optimizing Parallel Operation of Aggregates Equipped With □Crossflow□ Turbines //Bulletin Of High Technology N 4 (36) 2025.-pp. 49-56.
4. Gabayan S.G. Flow Type Turbines Efficiency Analysis //Bulletin Of High Technology N 4 (18) 2021.-pp. 3-8.
5. Габаян С.Г., Габаян Г.С., Токмаджян О.В., Сукиасян А.Н. Особенности применения проточных турбин системы Оссбергер в условиях Армении //Известия Ереванского государственного университета архитектуры и строительства, 2012, N4, с. 19-25.
6. Габаян С.Г. Перспективы использования проточных турбин для выработки энергии в системах очистки сточных вод //Вестник ГИУА, серия «Гидротехника и гидрология», вып. 17, 2014, N1, с. 84-93.
7. Габаян С.Г., Габаян Г.С., Токмаджян Л.В. Статистический анализ развития малой гидроэнергетики Армении //Известия Ереванского государственного университета архитектуры и строительства, 2012, N5, с. 16-22.
8. Գաբայան Ս.Գ. Հայաստանում փոքր հիդրոէներգետիկայի զարգացման հեռանկարները //Տեղեկագիր Երևանի ճարտարապետության և շինարարության պետական համալսարանի, 2012, N5, էջ՝ 32-40 .

Габаян Саргис Григорьевич

Особенности технологических решений строительства малых гидроузлов на горных реках

РЕЗЮМЕ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по

специальности 05.23.05 – «Водохозяйственные системы и их эксплуатация»

По итогам исследования были получены следующие научные результаты:

1. Нормативная база малой гидроэнергетики является основным условием быстрого, устойчивого развития и полноценного освоения энергетического потенциала страны. Для сохранения и увеличения потенциала малой энергетики Армении решающую роль будет играть разработка пакета законодательных стимулирующих мер, который будет способствовать модернизации оборудования по производству энергии при одновременном минимизировании негативного воздействия МГЭС на окружающую среду. Необходимо изменить действующую систему разрешений на водопользование, которая ограничивает водозабор МГЭС, и внедрить систему обязательной фиксации сбросов воды из водозаборных узлов МГЭС.
2. Применение действующих нормативных требований при расчетах пропуска паводковых расходов для малых деривационных ГЭС в высокогорных районах без учета особенностей эксплуатации снижает надежность управляемых водопропускных сооружений. Формальное применение нормативов, разработанных для равнинных рек и действующих в настоящее время в Армении, к горным водным объектам без локализации является недопустимым. Предлагается при расчете безопасного пропуска паводковых расходов учитывать только гидравлически автоматически регулируемые водосбросные сооружения.
3. Действующие требования и формальные указания по определению размеров рыбопропускных сооружений в горных условиях не гарантируют проходимость рыб. В горных районах необходимо отдавать приоритет рыбопропускным сооружениям наклонного (рампового) типа и решениям по естественному руслу. Ступенчатые и другие типы бетонных рыбопропускных сооружений допускается применять только в исключительных случаях.
4. В горных условиях, где осуществляется активное использование гидроэнергетических ресурсов, необходимо отказаться от заимствованных нормативно-правовых требований и разработать нормативные акты, ориентированные на местные условия, основанные на функциональной эффективности и экологической верификации.
5. Для обеспечения финансово-экономической эффективности периодически промываемых отстойников при проектировании рекомендуется принимать фиксированную ширину для всех элементов, выполняя пакетный расчет. Исследования показали, что минимальная стоимость строительства отстойника достигается при гидравлически максимально допустимой ширине.
6. Даны рекомендации по выбору размеров мелких сороудерживающих решеток. Установлено, что в горных реках часто невозможно обеспечить зазор мелких сороудерживающих решеток в соответствии с экологическими нормативами. В период покатной миграции молоди рыб их защиту следует обеспечивать путем широкого применения рыбозащитных устройств (рыбоотпугивающие средства, аэраторы, обходные водоотводные системы и др.).
7. При проектировании отстойников необходимо учитывать температурный режим реки, приведенный к сечению проектируемого водозаборного узла. Разработана методика построения температурной модели вдоль реки с учетом морфометрического строения русла, что позволяет привести данные температуры воды, полученные на гидрометрическом посту, к сечению проектируемого водозабора.
8. Изучение опыта строительства малых гидроэлектростанций на горных реках показало целесообразность использования агрегатов, оснащенных турбинами Crossflow. Доказано, что при параллельной работе двух проточных турбин максимальная выработка обеспечивается при равенстве расходов.
9. Эксплуатационный опыт показывает целесообразность использования проточных турбин Crossflow в системах «условно очищенных» сточных вод для использования свободных напоров.

Gabayan Sargis Grigor **Features of technological solutions for the construction** **of small hydropower nodes on mountain rivers** **Resume**

dissertations for the degree of Candidate of Technical Sciences in
specialty 05.23.05 – «Water management systems and their operation»

The regulatory framework of small hydropower is the main condition for the rapid, sustainable development and full utilization of the country's energy potential. For the preservation and increase of the small energy potential of Armenia, a decisive role will be played by the development of a package of legislative incentive measures that will promote the modernization of energy-producing equipment while simultaneously minimizing the negative impact of SHPPs on the environment. It is necessary to change the existing system of water-use permits, which limits the water intake of SHPPs, and to introduce a system of mandatory recording of water discharges from SHPP water-intake nodes.

The application of existing regulatory requirements in the calculation of flood flow passage for small diversion hydropower plants in high-mountain areas, without taking into account operational features, reduces the reliability of controlled water-conveyance structures. The formal application of standards developed for lowland rivers and currently in force in Armenia to mountain water bodies without localization is unacceptable. It is proposed, when calculating the safe passage of flood flows, to take into account only hydraulically automatically regulated spillway structures.

The existing requirements and formal guidelines for determining the dimensions of fish-pass facilities under mountain conditions do not guarantee fish passability. In mountainous areas, priority should be given to inclined (ramp-type) fish-pass facilities and solutions along the natural riverbed. Stepped and other types of concrete fish-pass facilities are allowed to be used only in exceptional cases.

In mountainous conditions, where active use of hydropower resources is carried out, it is necessary to abandon borrowed regulatory and legal requirements and to develop regulatory acts oriented toward local conditions, based on functional efficiency and ecological verification.

To ensure the financial and economic efficiency of periodically flushed settling basins, during design it is recommended to adopt a fixed width for all elements, performing a package calculation. Studies have shown that the minimum cost of constructing a settling basin is achieved at the hydraulically maximum permissible width.

Recommendations are given on the selection of the dimensions of fine trash-retaining screens. It has been established that in mountain rivers it is often impossible to ensure the spacing of fine trash-retaining screens in accordance with environmental standards. During the downstream migration of juvenile fish, their protection should be ensured through the widespread use of fish-protection devices (fish-deterrent means, aerators, bypass water-diversion systems, etc.).

When designing settling basins, it is necessary to take into account the temperature regime of the river, reduced to the cross-section of the designed water-intake node. A methodology has been developed for constructing a temperature model along the river, taking into account the morphometric structure of the channel, which makes it possible to reduce water-temperature data obtained at a hydrometric station to the cross-section of the designed water intake.

The study of experience in the construction of small hydropower plants on mountain rivers has shown the expediency of using units equipped with Crossflow turbines. It has been proven that during the parallel operation of two flow turbines, maximum generation is ensured under conditions of equal discharges.