

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ

**ԱԿԱԴԵՄԻԿՈՍ Ի. Վ. ԵՂԻԱԶԱՐՈՎԻ ԱՆՎԱՆ ԶՐԱՅԻՆ ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԵՐԻ
ԵՎ ՀԻՂԻՐՈՏԵԽՆԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ**

ՓԱԼԻԿԱՆ ՖՐՈՒՆԶԻԿ ՀԱԿՈՔԻ

**ՀԻՂԻՐՈՒՆԵՐԳԵՏԻԿ ԿԱՌՈՒՅՑՆԵՐՈՒՄ ՈՒՂՂԱԶԻԳ
ՏԵՂԱՇԱՐԺԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ ՆՈՐ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ
ՄՇԱԿՈՒՄ**

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

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ – 2025

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

Գիտական ղեկավար՝

տեխն. գիտությունների դոկտոր

Հովսեփ Սերգեյի Պետրոսյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

տեխն. գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Վաչե Հովհաննեսի Թոքմաջյան

տեխն. գիտությունների թեկնածու

Էլեոնորա Վյաչեսլավի Ավանեսյան

Առաջատար կազմակերպություն՝

Հայաստանի ազգային
ագրարային համալսարան

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է 2025 թ. սեպտեմբերի 19-ին ժամը 16⁰⁰-ին Ակադեմիկոս Ի.Վ. Եղիազարովի անվան Ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտի Ջրաբանության N 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 2025 թ. օգոստոսի 05-ին

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար՝

տեխն. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր



Պետրոս Համբարձումյան

Թեմայի արդիականությունը: Մինչև վերջերս ինժեներագեոդեզիական աշխատանքները հիմնականում իրականացվել են միայն շինությունների նախագծման և կառուցման ընթացքում: Սակայն հիդրոէներգետիկ և այլ էներգետիկ տարբեր ինժեներական կառույցների շահագործման պրակտիկան ցույց է տվել, որ գեոդեզիական չափումների, մասնավորապես՝ նիվելիրացման աշխատանքների խիստ անհրաժեշտություն է առաջանում նաև այդ կառույցների շահագործման ընթացքում, հատկապես շահագործման առաջին տարիներին՝ ուղղաձիգ ձևախախտումների զարգացման արագությունն որոշելու, դրանց զարգացման օրինաչափությունը հայտնաբերելու և ժամանակին համապատասխան կանխարգելիչ միջոցներ ձեռնարկելու նպատակով, ինչը կկանխի այդ կառույցների վթարային դառնալը:

Վերջին տարիներին հսկիչ կետերի ուղղաձիգ տեղաշարժերի պարբերաբար բարձր ճշտությամբ դիտումների խիստ անհրաժեշտություն է առաջացել նաև արդյունաբերական օբյեկտներում՝ տարբեր տեխնոլոգիական սարքավորումների շահագործման դեպքում, մասնավորապես հիդրոէլեկտրակայանների, ատոմային և ջերմային էլեկտրակայաններում հզոր տուրբոագրեգատների հիմքի ըստ բարձունքային դիրքի հսկման համար: Հիդրոէլեկտրակայանների (ՀԷԿ) և Ատոմային էլեկտրակայանների (ԱԷԿ) տուրբոագրեգատները տեղադրվում են բարձր սյուներին հենվող երկաթբետոնե սալերի վրա: Սալերի առանձին մասերի ոչ հավասարաչափ ուղղաձիգ տեղաշարժերը հանգեցնում են տուրբոագրեգատների բնականոն աշխատանքի ռեժիմի խախտումների՝ ընդհուպ վթարային վիճակի հասնելը:

Հիմքերի հսկիչ կետերի ուղղաձիգ տեղաշարժերի դիտումներով հնարավոր է ժամանակին հայտնաբերել անթույլատրելի ձևախախտումները և նվազագույն ծախսերով իրականացնել դրանց վերացման համար անհրաժեշտ կանխարգելիչ միջոցառումներ: Հետևաբար, շինությունների նստվածքների պարբերական դիտումների կազմակերպման և անցկացման հուսալի միջոցառումների մշակումը խիստ արդիական է և ունի կարևոր գործնական նշանակություն:

Նպատակը և խնդիրները: Աշխատանքի նպատակն է երժիկ-ում մշակված հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգերի կատարելագործումը, ինչը կապահովի դրանց աշխատանքի հուսալիության բարձրացումը և կընդլայնի կիրառման ոլորտը, ինչպես նաև հնարավորություն կտա ավտոմատ կերպով բացառել արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանի տատանումների ազդեցությունը տուրբոագրեգատների հիմքի հսկիչ կետերի ուղղաձիգ տեղաշարժերի չափման ճշտության վրա և դրանք ներդնել Ռուվնոյի ԱԷԿ-ի (ՌԱԷԿ) տուրբոագրեգատների հիմքերում: Դա հնարավորություն կտա նաև հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգերի աշխատունակության և երկարակեցության բարձրացման համար մշակել մեթոդներ և սարքեր, որոնք ապահովում են հսկիչ

կետերի բարձրությունների տարբերության վերազանցումների որոշման արագությունն ու ավտոմատացումը: 3

Այդ նպատակին հասնելու համար առաջադրվել են հետևյալ խնդիրները՝
- կատարելագործել հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգը, ինչը հնարավորություն կտա ընդլայնել դրա կիրառման տիրույթը.

- մշակել արտադրական պայմաններում կատարելագործված հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգի (ԿՀԴՆՀ) աշխատանքի հուսալիությունն ապահովող տեխնիկական միջոցառումներ.

- մշակել ֆեռոմագնիսական շարժունակ միջուկով հիդրոնիվելիրի չափիչ գլխիկի կառուցվածքը, որը հնարավորություն կտա հեշտությամբ ավտոմատացնել և բարելավել նիվելիրացման գործընթացը.

- հետազոտել նիվելիրացման համակարգում հեղուկի շարժման կայուն ռեժիմի բնույթը.

- ընտրել չափումների ռացիոնալ սկզբունքն ու մեթոդը, իրականացնել կատարյալագործված փորձանմուշների լաբորատոր հետազոտական աշխատանքներ և տեխնիկական պայմաններ առաջադրել հիդրոդինամիկական նիվելիրացման կատարելագործված համակարգի սերիական արտադրության նախագծման համար.

- իրականացնել մշակված կատարելագործված փորձանմուշների լաբորատոր փորձարկումներ, դրանց մոնտաժում, կարգաբերում, ինչպես նաև իրականացնել արդյունաբերական փորձարկումներ.

- մշակել հեղուկի մակարդակի մակերևույթի չափման նոր միջոցներ, որոնք հնարավորություն կտան բացառել ջերմաստիճանային տատանումների սխալները.

- մշակել հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգի աշխատունակությունը վթարից հետո արագ վերականգնելու նոր մեթոդներ և բացառել օդային բշտիկների ներթափանցումը համակարգի աշխատանքային հեղուկի մեջ.

- ստեղծել սարք, որով հնարավոր է շատ կարճ ժամանակում կատարել հսկիչ կետերի միջև վերազանցումների տարբերության չափումները և բարձրացնել այդ չափումների ճշտության աստիճանը:

Գիտական նորույթը

1. Մշակվել է հիդրոդինամիկական նիվելիրացման մեթոդ, ըստ որի՝ չափումները կատարվում են հեղուկի մակարդակի մակերևույթների իջեցման և բարձրացման ժամանակ:

2. Մշակվել է հիդրոդինամիկական համակարգերի չափման գլխիկի նոր կառուցվածք՝ հսկիչ կետերի թրթռման պայմաններում աշխատելու համար: Ձևափոխվել է չափող գլխիկի էլեկտրոդի ծայրի ասեղի կառուցվածքը:

3. Ձևափոխվել է չափման գլխիկի կառուցվածքը վթարային իրավիճակներում համակարգի աշխատանքային հեղուկի ամբողջական արտահոսքը կանխելու և չափումների ճշտության և արտադրողականության բարձրացման համար:

4. Կատարելագործվել է հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգի կառուցվածքը՝ նպատակ ունենալով հեշտացնել համակարգի լիցքավորումը,

որով բացառվում է օդային բշտիկների ներթափանցումը աշխատանքային հեղուկի մեջ:

5. Նախագծվել և հեղինակի միջոցներով պատրաստվել է նոր հիդրո-դինամիկական նիվելիրացման համակարգ, որը նախորդ համակարգների նկատմամբ կապահովի վերազանցումների որոշման ավելի բարձր ճշտություն, քանի որ այստեղ աշխատանքային հեղուկը շարժման ընթացքում չի հանդիպում ոչ մի դիմադրության, բացի շփման դիմադրությունից: Նոր համակարգի շահագործման առավելությունն այն է, որ աշխատանքային հեղուկի հոսքն ապահովում է 27 վոլտ մարտկոցով հաստատուն հոսանքով աշխատող էլեկտրաշարժիչը, որով հնարավորություն է ստեղծվում իր ավտոնոմ էլեկտրասնուցման միջոցով տեղադրել այնպիսի վայրում, որտեղ չկան մշտական հոսանքի էլեկտրասնուցման աղբյուրներ:

Գործնական արժեքը և նշանակությունը: Կատարելագործված հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգերը կարող են ներդրվել բոլոր ՀԷԿ-երում, ԱԷԿ-երում, ԶԷԿ-երում և այլ կարևոր կառույցներում՝ հիմքերի ուղղաձիգ ձևախախտումների պարբերական հեռավար դիտումների համար՝ վթարային իրավիճակների կանխման նպատակով: Չափման միջակայքը տատանվում է 0-ից մինչև 90 մմ տիրույթում: Հսկիչ կետերի ուղղաձիգ ձևախախտումների չափումների ճշտությունն արտաքին միջավայրի 0-40°C ջերմաստիճանում, կախված համակարգի ստեղծման երկարությունից, հսկիչ կետերի քանակից, դրանց բարձրության տարբերությունից և թրթռման միջավայրից, տատանվում են 0,05-0,30 մմ-ի սահմաններում:

Կատարելագործված հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգերն աշխատում է նաև բացասական ջերմաստիճանում (մինչև -30°C), այդ դեպքում որպես աշխատանքային հեղուկ օգտագործվում է անտիֆրիզը: Չափման ճշտությունը, այդ դեպքում, տատանվում է 0,25-ից մինչև 0,75 մմ:

Մշակված սարքերի ներդրման արդյունքում կարելի է բարձրացնել չափման ճշտությունը՝ բացառելով արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանի տատանումների ազդեցությունը և հետազոտվող օբյեկտի թրթռման հետևանքով առաջացած սխալները: Մշակված նոր սարքերը հնարավորություն կտան ավտոմատացման միջոցով բարձրացնել չափումների արտադրողականությունը և ճշտության աստիճանը:

Պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները

1. Հետազոտվող ստուգողական հսկիչ կետերի թրթռման միջավայրում աշխատելու համար չափման գլխիկի նոր սարք:

2. Չափիչ գլխիկի էլեկտրոդների ասեղների կառուցվածքի փոփոխությունը:

3. Վթարային իրավիճակներում համակարգի աշխատանքային հեղուկի լիակատար արտահոսքը կանխող չափիչ գլխիկի կառուցվածքը:

4. Համակարգի աշխատանքի արտադրողականության բարձրացմանը նպաստող չափիչ գլխիկի կառուցվածքը:

5. Հիդրոդինամիկական ;նիվելիրացման համակարգի նոր

մշակված երկու նախաիժ, որոնց աշխատանքի սկզբունքներն որոշակիորեն տարբերվում են նախկին համակարգերի սկզբունքներից:

Աշխատանքի փորձահավանությունը: Ատենախոսության հիմնական դրույթները քննարկվել են ՃՀԱՀ-ի «Կադաստր և Էկոլոգիա» ֆակուլտետի խորհրդում (2013 թ.), ներկայացվել և զեկուցվել են «Ինժեներական գեոդեզիա» և «Ջրային տնտեսություն և հիդրոտեխնիկա» ամբիոնների ընդլայնված նիստում (2023-2024 թթ.):

Հրապարակումներ: Ատենախոսության թեմայով հրատարակվել է 11 գիտական հոդված և ստացվել է 2 հեղինակային արտոնագիր:

Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլխից, ընդհանուր եզրակացություններից և առաջարկություններից, 77 անուն գրականության ցանկից: Աշխատանքի ընդհանուր ծավալը կազմում է 125 էջ, ներառյալ՝ 39 նկար և 5 աղյուսակ:

Առաջին գլխում ներկայացված են հիդրոստատիկական և հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգերի հիմնական արտադրական և տեխնիկական տվյալները և ձևախախտումների չափման ճշտության վրա թրթոման ազդեցության վերաբերյալ տեղեկությունները: Բերված է տարբեր հետազոտողների կողմից մշակված հիդրոնիվելիրների նկարագրությունը: Ներկայացված են տարբեր ինժեներական կառույցների շահագործման պրակտիկայում նիվելիրացման եղանակների կիրառման արդյունավետության մասին տվյալներ:

Երկրորդ գլխում ներկայացված են տվյալներ 1984-88 թթ. կատարված գիտական հետազոտությունների և 2014-2021 թթ. կատարելագործված հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգերի մասին:

Աշխատանքում խնդիր է դրվել մշակել հիդրոդինամիկական նիվելիրացման կատարելագործված համակարգ, որը կարող է հաշվի առնել արտաքին միջավայրի փոփոխական ջերմաստիճանի ազդեցությունը հսկիչ կետերի վերազանցումների որոշման արդյունքների վրա: Այս նպատակով իրականացվել է 18 հսկիչ կետերում տեղադրված տվիչներով երեք համակարգերի մոնտաժում՝ առաջին համակարգը № 1 և № 2 տուրբոագրեգատների հիմքի, երկրորդ համակարգը՝ № 3 և № 4 տուրբոագրեգատների, երրորդ համակարգը՝ № 5 տուրբոագրեգատի սյուների վրա:

Որպես հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համատիպային համակարգի փորձանմուշ օգտագործվել է գոյություն ունեցող ՀԴՀ-10Ը համակարգը, որի կառավարման և գրանցման բլոկում որոշ փոփոխություններ են կատարվել էլեկտրոնային սխեմայում՝ իմպուլսների գրանցման գումարային հաշվարկի հնարավորության համար, այսինքն՝ ոչ միայն աշխատանքային հեղուկի բացի վերելքի, այլև՝ իջեցման ժամանակ բոլոր իմպուլսների գրանցումը: Այս համակարգի չափման ամբողջական փուլն ավարտվում է երկու կիսանվագով:

Համակարգը բաղկացած է՝ կառավարման և գրանցման բլոկից (ԿԳԲ), գրանցման բլոկից (ԳԲ), բարձրացնող-փոխակերպող սարքից (ԲՓՍ), աշխատանքային հեղուկի մակարդակի չափման տվիչներից (ՄՉՏ), միացման

մալուխից (ՄՄ):

Մշակվել է համակարգի երկու փորձանմուշ.

1. ԿՀԴՆՀ (B) համակարգը՝ շրջապատի օդի 0°C-ից 40°C ջերմաստիճանի դեպքում աշխատելու համար, օգտագործելով 99,98% խմելու ջրից և 0.02% քրոմի անհիդրիդից բաղկացած աշխատանքային հեղուկ:

2. ԿՀԴՆՀ (A) համակարգը՝ շրջապատի օդի -30°C-ից մինչև +40°C ջերմաստիճանում աշխատելու համար (բացի ԿԳԲ-ից և ԳԲ-ից), օգտագործելով անտիֆրիզով աշխատանքային հեղուկ, որը բաղկացած է 50 % էթիլենգլիկոլից, 49,98 % թորած ջրից և 0,02 % քրոմի անհիդրիդից:

Հսկիչ կետերի միջև առավելագույն վերազանցումը (ՄՉՏ հենարանների միջև)՝ ոչ ավելի, քան 90 մմ: Մեկ նվազով չափման առավելագույն տևողությունը ԿԳԲ-ի բաքի բարձրացման և իջեցման դեպքում ԿՀԴՆՀ (A) համակարգի համար կազմում էր ոչ ավելի, քան 80 րոպե, իսկ ԿՀԴՆՀ (B) համակարգի համար՝ 30 րոպե: Համակարգում աշխատանքային ռեժիմի հաստատման համար՝ ոչ ավելի, քան 5 րոպե:

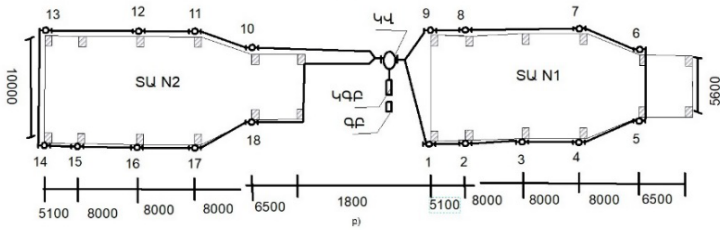
Երրորդ գլխում ներկայացված է ԿՀԴՆՀ(B)-20Ճ առաջին համակարգը, որը նախատեսված է № 1 և № 2 տուրբոադրեզատների հիմքերի սյուների 18 հսկիչ կետերի ուղղաձիգ տեղաշարժերի դիտումների համար:

Սկզբում հավաքվել էր հեղուկի անցման մոտ 220 մետր երկարությամբ համակարգ: Սակայն այն չաշխատեց տվիչների մեջ հեղուկի անհավասար մուտքի պատճառով: Այսպիսով, թիվ 1 և 18 տվիչներում հեղուկը բարձրանում էր, հավում էլեկտրոդներին և շարունակում էր բարձրանալ ու սկսում էր դուրս թափվել, այն դեպքում, երբ թիվ 9 և 10 տվիչներում այն նույնիսկ ժամանակ չի ունեցել բարձրանալու և դիպչելու էլեկտրոդներին: Այդ պատճառով փոխարինեցինք համակարգը՝ հեղուկի կարճ ճանապարհի համակարգով, որը ներառում է 18 ապակե պատով մակարդակի տվիչներ, իմպուլսների թվի բաժանարարով կառավարման և գրանցման մեկ բլոկ, մեկ լրացուցիչ գրանցման բլոկ և մեկ վերհան բարձրացուցիչ սարք (ՎԲՍ) (նկ. 1):

ԿՀԴՆՀ-20Ճ համակարգի արտադրական փորձարկման ընթացքում ի հայտ են եկել հետևյալ թերությունները.

ա) միևնույն տվիչով չափման տարբեր մեթոդների դեպքում ΔN արժեքների տարբերությունը մեծամասամբ կազմել է 2-25 միավոր, իսկ որոշ դեպքերում՝ 37-40 միավոր, ինչը չի համապատասխանում նորմատիվներով նախատեսված դիտարկվող կետերի ուղղաձիգ տեղաշարժերի չափման 0,74-0,94 մմ սխալներին.

բ) չափման երրորդ և չորրորդ փուլերի ընթացքում վերհան սարքի բաքի իջեցման ժամանակ տվիչի էլեկտրոդների անջատումը հեղուկից երբեմն տեղի է ունենում ոչ թե ակնթարթորեն, այլ ժամանակի ընթացքում ձգվում է, և ԿԳԲ-ի կամ ԳԲ-ի հաշվիչի ցուցմունքները դառնում են ոչ միարժեք, ինչն անթույլատրելի է այդ կետերի չափումների արդյունքների համար:



Նկ. 1. Հսկիչ կետերի դասավորությունը № 1 և № 2 ՏԱ-ում
(ԿՀԴՆՀ-20Ճ հեղուկի կարճ ճանապարհով համակարգ)

Առաջին տարբերակով պատրաստված ԿՀԴՆՀ-20Ճ համակարգի դեպքում այդ թերությունների առաջացման հիմնական պատճառը համակարգի մոնտաժման հարթակի մշտական և բավականին ուժեղ թրթռումն էր, որոնք առաջ են գալիս հետևյալ գործոնների պատճառով.

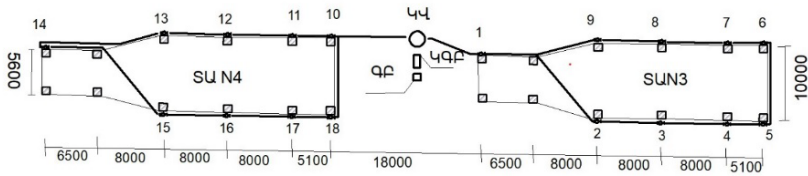
- 1) ԿԳԲ-ի մուտքային սարքերում ուժեղարարների բացակայությունը.
- 2) տվիչների ապակե անոթների՝ թրթռոցի ազդեցությանը չդիմակայելը.
- 3) տվիչների էլեկտրոդները 2,5 մմ տրամագծով ամբողջական ձողեր են, որոնք ծայրերը սրված են, ինչը դժվարացնում է դրանց ծայրերի արագ պոկումն անոթներից իջնող հեղուկի մակերևույթից:

1987 թ.-նի վերջին այս համակարգի բոլոր տվիչները փոխարինվեցին նոր՝ մետաղական տվիչներով, իսկ ԿԳԲ-ն, ԳԲ-ն և ՎԲՍ-ն նոր՝ երկրորդ, բարելավված տարբերակով պատրաստվածներով:

Այս նոր ԿՀԴՆՀ-20Ճ համակարգով (1988 թ.) կատարվել են ելակետային I, և II, III, IV, V և VI փուլերի դիտումներ: Որպես հիմնային ընդունվել է թիվ 7 տվիչը: II-VI փուլերի արդյունքները ցույց են տալիս, որ չափման կորերը տատանվում են զրոյական գծից վեր և վար (դիտումների I փուլի տվյալների նկատմամբ), ինչը վկայում է տվիչների նորմալ աշխատանքի մասին: Այսինքն՝ սյուների նստվածք չի նկատվել: Թիվ 10-13 և թիվ 18 տվիչներում, որոնք գտնվում են № 2 ՏԱ-ի վրա, որտեղ չափումները կատարվել են 20.06.1988 (դիտումների IV փուլ), չափումները ցույց են տվել 1,0 մմ-ով ցածր արժեքներ՝ հիմնականային տվիչի նկատմամբ, ինչն առաջանում է թրթռացող հեղուկի ալիքների պատճառով:

Նկար 6-ում տեսանելի են առաջին ԿՀԴՆՀ(Բ)-20Ճ-ի թիվ 1-9 տվիչների չափումների արդյունքները: Ուղղագծերը վեր և վար են տատանվում հիմնականային տվիչի արդյունքների նկատմամբ՝ -1,0 – +1,0 մմ սահմաններում, ինչը ցույց է տալիս նաև տվիչների չափման ճշտությունը:

Երկրորդ կատարելագործված տարբերակով 1986 թ.-ի վերջում պատրաստված ԿՀԴՆՀ-20Ճ երկրորդ համակարգը մոնտաժվել է 1987 թ.-ին մարտին՝ № 3 և № 4 տուրբոազրեգատների հիմքերի սյուների վրա: Այս համակարգի 18 մետաղական տվիչների և վերհան բարձրացուցիչ սարքի դասավորության սխեման ներկայացված է նկար 2-ում:



Նկ. 2. Հսկիչ կետերի դասավորությունը № 3 և № 4 SU-ում
(ԿՀԴՆՀ-20Ճ 2-րդ համակարգ)

Այս համակարգում մետաղական տվիչների օգտագործումը բացառում է հարթակների թրթռման ազդեցության տակ դրանց խափանման հնարավորությունը, իսկ դրանցում էլեկտրոդների փոխարինումը ասեղի ձողերով՝ լիովին վերացնում է հին կառուցվածքի էլեկտրոդների թերությունները:

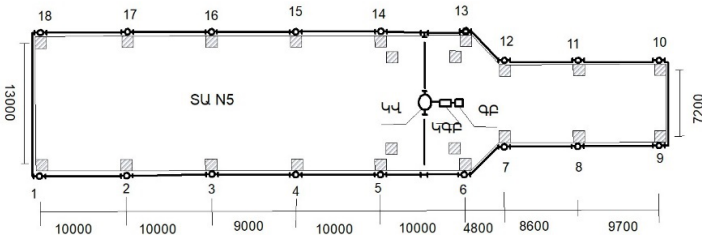
ԿՀԴՆՀ-20Ճ նոր մոդելում ԿԳԲ-ի մուտքային սարքերի էլեկտրոնային սխեմայում լրացուցիչ փոփոխությունների ներառումը զգալիորեն բարելավել է համակարգի աշխատանքը: Արդյունաբերական փորձարկումները տվյալ պայմաններում ցույց են տվել, որ այս ամենի արդյունքում նշված համակարգն արդյունավետ և հուսալի է աշխատանքում: Բոլոր տվիչների համար 3-4 անգամ չափման արդյունքում ΔN -ի արժեքների տարբերությունը սովորաբար 1-6 իմպուլս է և միայն առանձին դեպքերում հասնում է 10-12 իմպուլսի: Այս շեղումները համապատասխանում են 0,01-ից մինչև 0,1 մմ չափման սխալներին, ինչը լիովին բավարարում է գործող նորմատիվների պահանջները:

Երկրորդ համակարգով դիտումների ելակետային I փուլը կատարվել է 16.03.1987 թ.: Դիտումների II, III և IV փուլերը կատարվել են 1987 թ.-ին, իսկ V, VI, VII և VIII փուլերը՝ մինչև 1988 թ.-ի նոյեմբեր ամիսը: Որպես հիմնակետային ընդունվել է թիվ 7 տվիչը:

Դիտումների II-VIII փուլերի արդյունքները ներկայացված են նկար 4-ում՝ գրաֆիկների տեսքով: Ինչպես տեսնում ենք, տվյալների ամենամեծ տատանումը երևում է թիվ 2 տվիչիում (SU № 3), որը բացատրվում է թրթռումով: Հեղուկի թրթռումից առաջացած ալիքն առաջին չափման ժամանակ ավելի արագ է դիպչում ասեղի ծայրին և տալիս է նշված արդյունքը:

Դիտումների II-VI փուլերի ժամանակ տուրբոագրեգատների սյուների նստվածքներ չեն նկատվել՝ գրաֆիկների կորերը չեն իջնում -1,0 մմ-ից՝ ելային տվիչի ցուցմունքի համեմատ: Միայն VII և VIII փուլերի դիտումների ժամանակ թիվ 2 տվիչի գրաֆիկների կորերը իջնում են 1,0 մմ-ից ներքև:

ԿՀԴՆՀ-20Ճ 3-րդ համակարգը մոնտաժվել է № 5 առավել հզոր տուրբոագրեգատի հիմքային սյուների վրա՝ դրա կառուցման ավարտից հետո՝ 1988 թ.-ի հունիսին: Այս համակարգի 18 տվիչի և ՎԲՄ-ի դասավորության սխեման ներկայացված է նկար 3-ում: Այս համակարգի մակարդակի տվիչները և սարքավորումները նույնն են, ինչ 2-րդ համակարգինը:



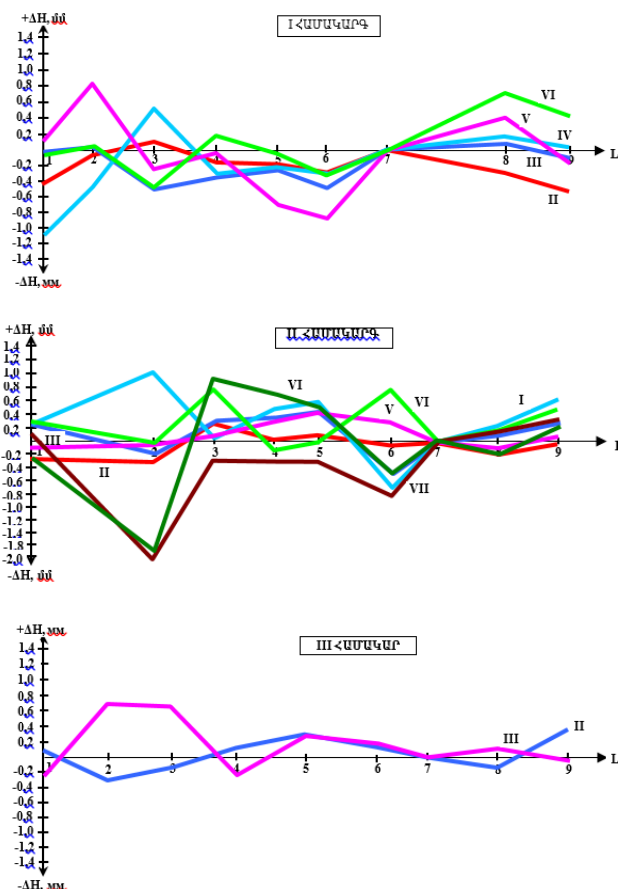
Նկ. 3. № 5 ՏԱ հսկիչ կետերի դասավորությունը
(ԿՀԴՆՀ-20Ժ 3-րդ համակարգ)

ԿՀԴՆՀ-20Ժ համակարգի առանձնահատկությունն իր դիրքն է՝ ստորին հորիզոնում և տվիչների միջև պաշտպանիչ խողովակների փոխդասավորության բարդությունը՝ պայմանավորված դրանց տեղադրման ուղիներում բազմաթիվ խոչընդոտներով: Որպես հիմնակետային ընդունվել է թիվ 7 տվիչը:

Այս համակարգի դիտումների II և III փուլերն իրականացվել են 1988 թ.-ի նոյեմբերին և դեկտեմբերին: Ստացված տվյալները վկայում են այդ համակարգի բնականոն աշխատանքի մասին:

Նկար 4-ում բերված՝ I-III փուլերի դիտումների արդյունքները ցույց են տալիս, որ 3-րդ ԿՀԴՆՀ-20Ժ-ի տվիչների (թիվ 1-9) չափման II և III փուլերի գրաֆիկների կորերը տատանվում են վեր և վար, ելակետային տվիչի համեմատ և գտնվում են $-1,0 - +1,0$ մմ միջակայքում: Այսինքն՝ սյուների նստվածքներ չեն նկատվել:

Թրթռման առկայության դեպքում այդ հսկիչ կետերի ձևախախտման մեծությունների արժեքները հիմնականում բավարարում էին դրանց նկատմամբ սահմանված չափումների սահմային ճշտությանը՝ $0,2-0,3$ մմ: Դրանք հազվադեպ էին հասնում $1,0-1,3$ մմ, և որ ամենակարևորն է՝ կետերի ուղղաձիգ ձևախախտումների, հետևաբար նաև՝ տուրբոագրեգատների հարթակների թեքման. դրանց հետագա շահագործման համար վտանգ ներկայացնող պարբերական աճ չի նկատվել: Այնուամենայնիվ, այս համակարգերը, չնայած թրթռման առկայության դեպքում չափումների փաստացի ճշտության ապահովմանը, երկար ժամանակ են պահանջում չափման կատարման համար՝ յուրաքանչյուր փուլը տևում է մինչև $1,5$ ժամ՝ կախված համակարգի երկարությունից և չափումներ կատարող աշխատողի լարված աշխատանքից, և դա համակարգերի միակ թերությունն է: Դրանից խուսափելու համար անհրաժեշտ է համակարգն ավտոմատացնել:



Նկ. 4. ԿԵԴՆ-20Ժ երեք համակարգի տվիչների (թիվ 1-9) չափման արդյունքների գրաֆիկները

Չորրորդ գլխում տրվել են հեղուկի $H_{t_0}^o$ մակարդակի բազային և լողանի $h_{t_0}^o$ չափումները, որոնց տվյալները գրանցվում են, իսկ հետագա չափումների ժամանակ կրկնում են բազային չափման նույն գործընթացը և հեղուկի մակարդակի չափման արժեքները բերում են բազային չափմանը համապատասխանող ջերմաստիճանի պայմաններին: Այս մեթոդի դեպքում նշանակություն չի ունենում ո՛չ հեղուկի ջերմաստիճանն անոթներում, ո՛չ էլ ջերմաստիճանների տարբերությունը: Միևնույն ժամանակ, հեղուկի խտության ջերմաստիճանից կախված՝ փոփոխության գործառույթն իմանալու կարիք չկա, քանի որ ջերմաս-

տիճանի սխալանքի բացառումը որոշվում է միայն լողանի վերին եզրին հեղուկի մակարդակի դիրքի համընկնման ամրագրման ճշտությամբ:

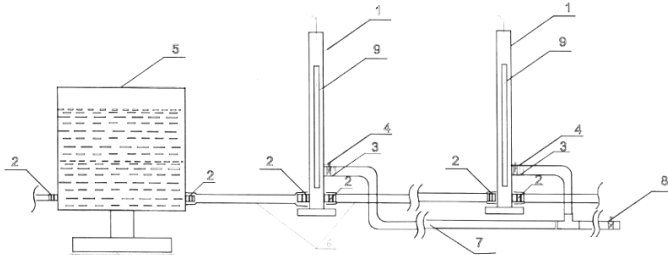
Հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգի որևէ հատված վնասվելու դեպքում համակարգի աշխատունակությունը վերականգնելու հետ կապված աշխատանքների մեծ ծավալից խուսափելու համար անհրաժեշտ է աշխատանքը կատարել հարակից տվիչների միջև եղած միայն մեկ միջակայքում, որտեղ տեղի է ունեցել վնասվածքը: Դա հնարավոր է, եթե մետաղական բաժակի հատակին՝ խողովակաոստերի արանքում, ուղղահայաց պատեր-միջնորմներ տեղադրվեն, ինչը թույլ է տալիս կրճատել համակարգի վերականգնման ժամանակը և բարձրացնել դրա աշխատունակությունը:

Դիտարկման աշխատանքի հուսալիությունը բարձրացնելու համար առաջարկվել է նոր հիդրովակուումային նիվելիր, որը ներառում է հեղուկով լցված հաղորդակից անոթներ, որոնցում խորացված են ասեղների հետ կապված պիեզոհափական խողովակներ, տեղեկատվության մշակման բլոկ, ինչպես նաև ճնշման օժանդակ և աշխատանքային խցիկներ: Համակարգի հեղուկի շարժման աշխատանքային փուլը տեղի է ունենում վակուումի հաշվին, որն ապահովում է հեղուկի համաչափ և միաժամանակ շարժումը տվիչներում: Կատարելագործված հիդրոդինամիկական համակարգի հետ համեմատած՝ հիդրովակուումային նիվելիրով չափման յուրաքանչյուր փուլի տևողությունը կազմում է ընդամենը 15 վրկ, իսկ կատարելագործված համակարգինը 1,5 ժամ, որով բարձրանում է սարքի արտադրողականությունը:

Մշակվել են հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգի աշխատանքային հեղուկից օդի պղպջակների հեռացման եղանակներ: Մշակված եղանակների էությունն այն է նրանում, որ համակարգի աշխատանքային հեղուկից օդի պղպջակների հեռացման համար պետք է հեղուկը նախապես եռացնել, պոլիէթիլենային խողովակները բաքի և տվիչների խողովակաոստերից անջատել, դրանք երկարացնել և մեկ ծայրը բարձրացնել այնպես, որ պղպջակների դուրս մղման համար ստեղծվի հեղուկի հոսք, որից հետո խողովակները միացնել բաքին և տվիչներին: Դա ապահովում է խողովակներից օդի պղպջակների հեռացումը: Հեղուկը փոխելու համար անհրաժեշտ է ավելացնել երրորդ փականով խողովակաոստը, հիմնական խողովակաոստից մոտ 5 սմ բարձրության վրա, ինչը թույլ է տալիս լիովին փոխել աշխատանքային հեղուկը՝ առանց համակարգի մեջ օդի թափանցման (նկ. 5): Չափման սխալներից խուսափելու համար տվիչի հաստ ասեղին կցվել է 3-4 սմ երկարությամբ բարակ ասեղ:

Հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգում աշխատանքային հեղուկը փոխելու համար առաջարկվում է ոչ թե բարդացնել տվիչների կառուցվածքը, այլ ընդամենը հավասարակշռման բաքի որևէ կցիչի վրա ավելացնել փական և ծորակ, իսկ աշխատանքային միջավայրի թրթռումների պայմաններում տվիչի թափանցիկ խողովակի մեջ հեղուկի մակերևույթին վրա տեղադրելով պենոպլաստից ցանց հեղուկի լշարիքները մարելու համար:

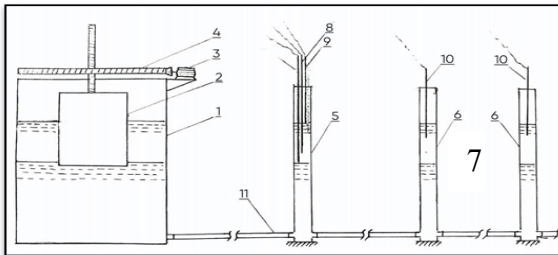
Առաջարկված մեթոդի կիրառության դեպքում բարձրանում է համակարգի չափագրման ճշտությունը, կրճատվում է համակարգը աշխատանքային հեղուկով լիցքավորելու ժամանակը, վթարների դեպքում աշխատանքային հեղուկի կորուստ ենթ ունենում միայն վթարված հատվածի ծավալի չափով, իսկ աշխատանքային հեղուկն ամբողջությամբ փոխելու դեպքում բացառում ենք համակարգում օդի բշտիկների մուտքը:



Նկ. 5. Նոր տվիչներ համակարգում հեղուկը փոխելու համար

Կազմվել է հիդրոդինամիկական նիվելիրացման նոր կատարելագործված համակարգի ստեղծման նախագիծ, որն իր կառուցվածքով կարող է ապահովել հսկիչ կետերի միջև վերազանցումների որոշման ավելի բարձր ճշտություն, քան մեզ հայտնի բոլոր հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգերը:

Այստեղ աշխատանքային հեղուկը շարժման ընթացքում չի հանդիպում ոչ մի դիմադրության, բացի շփման դիմադրությունից, միաժամանակ հեղուկով լցված աշխատանքային բաքը մնում է անշարժ (նկ. 6):



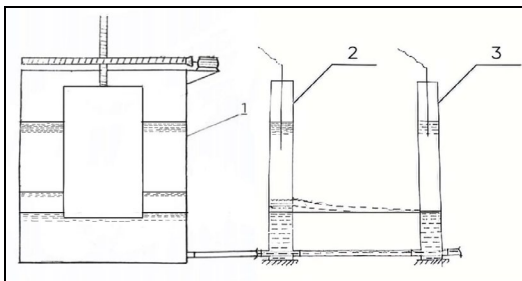
Նկ. 6. Հիդրոդինամիկական նիվելիրացման նոր համակարգի ընդհանուր տեսքը

1. բաք, 2. շարժական բաք, 3. շարժիչ, 4. պտույտող սկավառակ, 5, 6. տվիչներ, 7, 8, 9, 10. էլեկտրոդ ասեղ, 11. թափանցիկ պոլիէթիլեն նային խողովակաշար

Աշխատանքի էությունը հետևյալն է. աշխատանքային հեղուկով լցված (1) բաքի մեջ ընկղմվում է (2) շարժական բաքը: (2) շարժական բաքի որոշ մասն ընկղմված է մնում (1) բաքում եղած աշխատանքային հեղուկի մեջ, որպեսզի տեղի չունենա հարված (2) շարժական բաքի հիմքի հեղուկի մակերևույթին: (3) շարժիչի օգնությամբ պտտվում է (4) սկավառակը, և (2) շարժական բաքը սկսում է դանդաղ ընկղմվել (1) բաքում եղած աշխատանքային հեղուկի

մեջ: Հեղուկը սկսում է բարձրանալ (1) բաքում, որտեղից էլ այն տեղաբաշխվում է (5) և (6) տվիչների մեջ և բարձրանալով հալվում (9) էլեկտրոդ ասեղին ու կանգ առնում: Ամեն մի տվիչ ունի իրեն չափման (10) էլեկտրոդ ասեղը, որին համան պահով գրանցված հաշվեցույցով հաշվարկվում է հսկիչ կետերի միջև եղած վերազանցումը: Առավելագույն բարձր կետում (9) էլեկտրոդ ասեղին հալվելուց հետո շարժիչը որոշ ժամանակով կանգ է առնում, որ աշխատանքային բաքի և տվիչների մեջ աշխատանքային հեղուկի մակերևույթի տատանումները հանդարտվեն: Այնուհետև (3) շարժիչը (2) շարժական բաքին սկսում է շարժել հակադարձ ուղղությամբ, այսինքն՝ սկսում է բարձրանալ վերև նույն արագությամբ, ինչ արագությամբ ընկղմվել էր (1) բաքի մեջ: Տվիչներում եղած հեղուկը սկսում է վերադառնալ (1) բաք: Շարժիչը կանգ է առնում, երբ հեղուկը անջատվում է (7) էլեկտրոդ ասեղից: Դրանով ավարտվում է չափման առաջին ցիկլը:

Հսկիչ կետերում տեղադրված տվիչներից մեկն ընդունվում է որպես ելակետային և դրա նկատմամբ հաշվարկվում են մնացած հսկիչ կետերում տեղադրված տվիչների հաշվեցույցների միջոցով հսկիչ կետերի միջև եղած վերազանցումները: Հաջորդական ցիկլերի չափումների միջոցով որոշվում են հսկիչ կետերի վերազանցումների տարբերությունները ելակետային հսկիչ կետի նկատմամբ: (1) բաքի մեջ (2) շարժական բաքը ընկղմվելու ժամանակ բարձրանում է աշխատանքային հեղուկի մակարդակը և (11) պոլիէթիլենային խողովակներով լցվում են տվիչների մեջ (նկ. 7):



Նկ. 7. Տվիչներում հեղուկի շարժման ընթացքը

Առաջին հերթին հեղուկը սկսում է բարձրանալ և լցվել (1) բաքին մոտ գտնվող (2) տվիչի մեջ, որից հետո հաջորդաբար (3) տվիչի մեջ և վերջում ամենից հեռու գտնվող տվիչի մեջ: Աշխատանքային հեղուկի շարժման սկզբնափուլում, (1) բաքից հեղուկի հոսքը հասնում է վերջին տվիչին, որից հետո տեղի է ունենում հեղուկի հոսքի հակադարձ շարժ դեպի բաք: Այդ ժամանակ տվիչներում հեղուկի մակերևույթները սկսում են տատանվել վերև և ներքև: Բայց քանի որ հեղուկը գտնվում է շարժման մեջ, ուստի այդ տատանումները շուտ են մարում և որոշ ժամանակ հետո (մինչև չափման (10) էլեկտրոդ ասեղներին հալվելը) աշխատանքային հեղուկը 2 հարևան տվիչների մեջ բարձրա-

նում է հաստատուն արագությամբ և միևնույն թեքությամբ, որը կարելի է համարել գծային շարժում: Այդ գծային շարժումն ընդունվում է որպես պիեզոմետրական գիծ: Նույնը կատարվում է հակադարձ ընթացքի ժամանակ, երբ աշխատանքային հեղուկը սկսում է ներքև շարժել: Չափումներն ավելի հեշտ կատարելու ու ճշգրիտ տվյալներ ստանալու համար ելակետային (5) տվիչի մեջ (նկ. 6) տեղադրվում են աշխատանքային հեղուկի շարժման միևնույն և մաքսիմում տիրույթները կարգավորող (7) և (9) էլեկտրոդ ասեղները:

Աշխատանքային հեղուկը սկսում է բարձրանալ (7) էլեկտրոդ ասեղի ծայրից մինչև (8) ելակետային հսկիչ կետում տեղադրված տվիչի էլեկտրոդ ասեղին հավելը, (8) էլեկտրոդ ասեղից հետո բոլոր տվիչներում սկսվում են չափումները, մինչև տվյալ տվիչի էլեկտրոդ ասեղին հավելը, բայց հեղուկը շարունակում է բարձրանալ մինչև (9) վերջին էլեկտրոդ ասեղին հավելը: Այդ ժամանակ անջատվում է շարժիչը, և հեղուկի մակերևույթը հանդարտվելուց հետո կատարվում են հակադարձ ընթացքի չափումները:

Վերը նշվածից պարզ է, որ (8) ելակետային էլեկտրոդ ասեղի տեղադիրքը ամենացածրն է, քան մնացած հսկիչ կետերում տեղադրված տվիչների էլեկտրոդ-ասեղներինը:

Հակառակ ընթացքի չափումների ժամանակ շարժիչը հեղուկին տանում է հակադարձ ուղղությամբ և շարժվող բաքին դուրս մղում աշխատանքային հեղուկի բաքից նույն արագությամբ, ինչ որ ընկղման ժամանակ, որի շնորհիվ աշխատանքային հեղուկը տվիչներից շարժվում է դեպի (1) բաքը: Տվիչների էլեկտրոդ-ասեղներից պոկվելուց հետո սկսվում են չափումները մինչև ելակետային տվիչի ասեղից պոկվելը և, հասնելով ամենացածր տեղադրված էլեկտրոդ-ասեղին, շարժիչը կանգ է առնում:

Ուղիղ և հակադարձ չափված տվյալների միջին թվաբանականով ստանում ենք հսկիչ կետերի վերագանցումներն ելակետային հսկիչ կետում տեղադրված տվիչի նկատմամբ:

Այս համակարգում չափման հաշվեցույցի բաժանմունքի մեկ միավորի արժեքը որոշվում է հետևյալ ձևով՝ չափագրումների ժամանակ տվիչներից մեկի տակ տեղադրվում է ապակյա էտալոնային նմուշ, որի գործարանային հաստության չափը որոշված է 10 միկրոմետրի ճշտությամբ, որի տվյալով հաշվարկվում է տվյալ նմուշի բարձրության տիրույթում գտնվող չափված հաշվեցույցերի տարբերության քանակը: Այդ տվյալներով որոշվում է հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգի չափագրման հաշվեցույցի մեկ միավոր ցուցմունքի K գծային արժեքը հետևյալ բանաձևով՝

$$K = \frac{\epsilon}{N_1 - N'_1}, \quad (4.21)$$

որտեղ K -ն տվյալ ՀԴՆ համակարգի ցուցմունքների մեկ միավորի գծային արժեքն է՝ արտահայտված միլիմետրով, ϵ -ն ապակյա էտալոնային նմուշի հաստությունն է՝ արտահայտված միլիմետրով, N_1 -ն ապակյա

փորձանմուշի տվիչի վերջին ընթերցված հաշվեցույցն է, իսկ N_{Σ} -ն՝ սկզբնական հաշվեցույցն է: Մի քանի նվազով չափումներ կատարելուց հետո, հաշվարկվում է դրանց միջին թվաբանական արժեքը, որն էլ հանդիսանում է տվյալ հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգի չափման հաշվեցույցի բաժանմունքի մեկ միավորի արժեքը, որն օգտագործվում է հետագա դիտումների համար՝ որպես գծային միավորի վերաժման հաստատուն արժեք:

Վերազանցումներն ելակետի նկատմամբ հաշվարկվում են.

$$h = K(N_i - N_{\Sigma}), \quad (4.22)$$

իսկ տվիչների միջև եղած վերազանցումները՝

$$h_i = K(N_i - N_{i-1}), \quad (4.23)$$

որտեղ N_{Σ} -ն ելակետում տեղադրված տվիչի հաշվեցույցն է, N_i -ն i հսկիչ կետում տեղադրված տվիչի հաշվեցույցն է, N_{i-1} -ը նախորդ հսկիչ կետում տեղադրված տվիչի հաշվեցույցն է:

Ուղիղ և հակադարձ վերազանցումների միջին արժեքը կլինի երկու հսկիչ կետի միջև եղած վերազանցման արժեքը.

$$h_i = (h_{i \rightarrow i+1} + h_{i+1 \rightarrow i})/2. \quad (4.24)$$

Ներկայացված հիդրոդինամիկական նիվելիրացման նոր համակարգը նախորդ երեք փորձանմուշների համեմատ կապահովի հսկիչ կետերում տեղադրված տվիչների միջև եղած վերազանցումների որոշման ավելի բարձր ճշտություն, քանի որ այստեղ աշխատանքային հեղուկը շարժման ընթացքում չի հանդիպում ոչ մի դիմադրության, բացի շփման դիմադրությունից:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. ԱԷԿ-ի պայմաններում, որտեղ կատարելագործված հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգը ենթարկվում է թրթռման, անընդհատ գործող ազդեցությունից խուսափելու համար ապակե պատերով մակարդակի չափիչ տվիչները փոխարինվել են մետաղական պատերով, իսկ չափման ճշտությունը բարձրացնելու համար տվիչների 3 մմ հաստության էլեկտրոդ ասեղները փոխարինվել՝ մինչև 1 մմ հաստության:

2. 1987-1988 թթ. Ռուվնոյի ԱԷԿ-ում պետական փորձարկումներ անցած և հաստատված տեխնիկական պայմաններ ունեցող երեք ԿՀՆՀ-ի նոր մոդելների արդյունաբերական փորձարկումներով հաստատվեցին համակարգերի լիարժեք աշխատունակությունը և շահագործման հուսալիությունը, ինչպես նաև տվյալ օբյեկտում հսկիչ կետերի ուղղաձիգ դեֆորմացիաների ստուգողական չափումներին պահանջվող ճշտությունն ապահովելու հնարավորությունը:

3. Մշակվել է համակարգերում հեղուկի ջերմաստիճանի չափման սարք, որը հնարավորություն է տալիս հաշվի առնել ջերմաստիճանից կախված սխալանքը: Չափման այս մեթոդի համար նշանակություն չունեն յուրաքանչյուր անոթի և դրանում պարունակվող հեղուկի ջերմաստիճանները, ո՛չ էլ՝ ջերմաստիճանների տարբերությունը:

4. Վերակառուցվել է հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգի չափիչ գլխիկը, որը նպաստում է համակարգի աշխատանքի արտադրողականության բարձրացմանը: Վթարային իրավիճակներում համակարգի աշխատանքային հեղուկի ամբողջական արտահոսքը կանխելու համար մետաղական անոթի հատակի երկու խողովակաոստի միջև տեղադրվում է ուղղահայաց կոշտ միջնապատ:

5. Մշակվել է նոր հիդրովակուումային նիվելիր, որի համակարգի հեղուկի շարժման աշխատանքային փուլը տեղի է ունենում վակուումի հաշվին, ինչը ապահովում է հեղուկի համաչափ շարժումը միասնական բոլոր տվիչներում, որի արդյունքում կրճատվում է դիտարկման տևողությունը (մինչև 15 վրկ.) և ապահովվում է դրա անվտանգությունը:

6. Մշակվել է համակարգի աշխատանքային հեղուկից օդի բշտիկների հեռացման մեթոդ, որի էությունն այն է, որ համակարգի պոլիէթիլենային խողովակները աշխատանքային հեղուկի բաքի և տվիչների խողովակակցորդներից անջատվում են, դրանք երկարացվում են, մեկ ծայրը բարձրացվում է այնպես, որ բշտիկների դուրս մղման համար ստեղծվում է հոսք, որից հետո խողովակները միացվում են բաքին և տվիչներին:

7. Նախագծվել է հիդրոդինամիկական նիվելիրացման նոր համակարգ, որը նախորդ համակարգերի փորձանմուշների համեմատ հնարավորություն ունի հսկիչ կետերում տեղադրված տվիչների միջև եղած վերազանցումները որոշել ավելի բարձր ճշտությամբ, քանի որ այստեղ աշխատանքային հեղուկը շարժման ընթացքում չի հանդիպում ոչ մի դիմադրության, բացի շփման դիմադրությունից, միաժամանակ հեղուկով լցված աշխատանքային բաքը մնում է անշարժ:

ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Առաջարկվում է «Շինարարական նորմեր և կանոնակարգեր»-ում ներառել պահանջներ, որ պատրաստի կառույցների և շենքերի հանձնման ժամանակ դրանց հիմքերում տեղադրվեն ՀԴՆ համակարգեր՝ սեյսմիկ ակտիվ տարածաշրջաններում հնարավոր նստվածքներին ու ձևախախտումներին հետևելու համար:

2. Առաջարկվել է՝ մխոցային հիդրոնիվելիրացման համակարգում հեղուկի մակարդակը փոփոխել վակուումի միջոցով՝ ճնշման փոխարեն, ինչն ավելի ապահով է և հնարավորություն է տալիս արագ (15 վրկ ընթացքում) ավարտել չափման փուլը:

3. Ելնելով ներկայիս էլեկտրոնային տեխնոլոգիաների զարգացման հնարավորություններից՝ առաջարկվել է կատարելագործել ՀԴՆ համակարգը, որով հնարավորություն կստեղծվի չափման գործընթացը և այդ տվյալների մշակումը կատարել ավտոմատ կերպով, իրական ժամանակի ռեժիմում: Այսպիսի լուծումը կապահովի մի քանի համակարգերի կառավարումը մեկ կենտրոնից, որով հնարավորություն կստեղծվի կատարել բոլոր դիտարկվող հսկիչ կետերի ընդհանուր վերլուծություն մեկլ 7կենտրոնից:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրապարակվել են հեղինակի հետևյալ աշխատանքներում

1. Бегларян А.Г., Амбарцумян П.В., Паликян Ф.А. Идет от древних египтян... // Промышленность, строительство и архитектура Армении.- 1989, 10.- С. 69-73.
2. Синанян Р.Р., Паликян Ф.А. Промышленные испытания и внедрение усовершенствованной системы гидродинамического нивелирования на Ровенской АЭС // Известия АН Арм. ССР, Науки о земле.- 1989.- XLII, № 5.- С. 64-69.
3. Амбарцумян П.В., Паликян Ф.А. Способ измерения уровня жидкости в нивелирах // Вестник МГСУ.- 2014, № 11.- С. 137-144.
4. Паликян Ф.А. Гидровакуумный нивелир // Известия Союза строителей Армении: Сб. науч. трудов.- 2017, Т. 3.- С. 80-83.
5. Паликян Ф.А. Измерительная головка системы гидродинамического нивелирования // Известия Союза строителей Армении: Сб. науч. трудов.- 2017, № 3.- С. 84-88.
6. Петросян О.С., Амбарцумян П.В., Цатурян А.С., Паликян Ф.А. Высокоточный гидродинамический нивелир для автоматизированного определения превышений // Архитектура, градостроительство, строительство: Науч. труды НУАСА.- Ер., 2019.- Т. IV(75), С. 93-101.
7. Ծատուրյան Ա.Ս., Պետրոսյան Հ.Ս., Համբարձումյան Պ.Վ., Պետրոսյան Ս.Կ., Փալիկյան Ֆ.Հ. Հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգի փորձանմուշների տվյալների վերլուծություն // ՃՇՀԱՀ գիտ. աշխատություններ.- Եր., 2021. - Հ. 2(80).- էջ 77- 84:
8. Փալիկյան Ֆ.Հ. Հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգերում աշատանքային հեղուկից օդի բշտիկների հանման առաջարկվող մեթոդներ // ՃՇՀԱՀ, գիտ. աշխատություններ, 2021, Հ. 3(81), էջ 110-116:
9. Փալիկյան Ֆ.Հ. Հիդրոդինամիկական նիվելիրացման համակարգերի իրականացումը արտաքին միջավայրի թրթռումների պայմաններում// ՃՇՀԱՀ, գիտ. աշխատություններ, 2023, Հ. 3(87), էջ 140-146.
10. Palikyan F.H. New hydrodynamic leveling system // Water systems, Bulletin Of High Technology.- 2024, № 3(31).- P. 3-10.
11. Petrosyan H.S., Palikyan F.H., Vardanyan M.R., Markosyan M.V. Project for creating a new improved system of hydrodynamic leveling // Water systems, Bulletin Of High Technology.- 2024, № 4(32).- P. 49-57.
12. А. с. 1688111 А1 SU, Кл. G 01 С 9/22. Способ гидродинамического нивелирования / Р.А. Мовсесян, В.Н. Варданян, Ф.А. Паликян; № 4721068/10; Заявл. 11.05.89; Опубл. 30.10.91.- Бюл. № 40.- 4 с.
13. Արտոնագիր № 483 Ս Հիդրոմակարդակաչափ / Ֆ.Հ. Փալիկյան (ՀՀ).- № AM20160090 Ս; Ներկայաց. 20.09.2016; Հրապարակ. 16.02.2017.- 7 էջ:

Паликян Фрунзик Акопович

**РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ
СМЕЩЕНИЙ В ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ**

РЕЗЮМЕ

Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 5.23.05 - «Гидротехнические системы и их эксплуатация»

Цель диссертации - Целью работы является совершенствование систем ГДН, что обеспечит повышение надежности их работы и расширит область применения, а также позволит автоматически исключить влияние колебаний температуры окружающей среды на точность измерения вертикальных смещений контрольных точек основания турбоагрегатов и внедрить их в основаниях турбоагрегатов Ровенской АЭС (РАЭС).

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

- усовершенствовать систему ГДН, что позволит расширить область применения;
- разработать технические мероприятия, обеспечивающие надежность работы усовершенствованной системы гидродинамического нивелирования (УСГДН) в производственных условиях;
- разработать конструкцию измерительной головки гидронивелира с подвижным ферромагнитным сердечником, что позволит легко автоматизировать и улучшить процесс нивелирования;
- исследовать характер устойчивого режима движения жидкости в системе нивелирования;
- выбрать рациональный принцип и метод измерений, провести лабораторные исследовательские работы опытных образцов УСГДН и разработать технические условия для проектирования серийного производства усовершенствованной системы ГДН;
- осуществить лабораторные испытания разработанных опытных образцов УСГДН, их монтаж, настройку, а также провести промышленные испытания;
- разработать новые средства измерения поверхности уровня жидкости, позволяющие исключить погрешности температурных колебаний;
- разработать новые методы быстрого восстановления работоспособности системы ГДН после аварии и исключить проникновение воздушных пузырьков в рабочую жидкость системы;
- создать устройство, позволяющее в очень короткое время производить измерения разности превышений между контрольными точками и повысить степень точности их измерений.

Системой гидродинамического нивелирования марки УСГДН-20Д были проведены наблюдения производственных испытаний вертикальных смещений контрольных точек, закрепленных на колоннах турбоагрегатов № 1-2, 3-4 и 5 РАЭС. В зоне наблюдения под воздействием вибраций разбились стеклянные сосуды датчиков, из-за трудностей быстрого отрыва поверхности жидкости от заостренного конца стержней электродов диаметром 2,5 мм, вытекающей из сосудов, данные измерений получились со значениями, превышающими предельно допустимую погрешность, в рабочей жидкости системы появились пузырьки воздуха и другие препятствия, которые отрицательно повлияли на степень точности измерений. Для устранения указанных недостатков стеклянные сосуды были заменены металлическими, на концах электродов были закреплены обычные швейные иглы, улучшен блок управления и регистрации, разработан метод вывода пузырьков воздуха из жидкости системы,отрегулирована конструкция головки датчика.

Новой системой УСГДН-20Д (1988 г.) были проведены исходные наблюдения I, II, III, IV, V и VI этапов.

Результаты наблюдаемых этапов показали, что кривые графиков колеблются вверх и вниз по сравнению с исходным датчиком и находятся в диапазоне от -1,0 до +1,0 мм. То есть осадки колонн не наблюдались. При наличии вибрации значения величин деформации этих контрольных точек в основном удовлетворяют установленной для них предельной точности измерений - 0,2-0,3 мм. Они редко достигали 1,0-1,3 мм, и что самое важное - не наблюдалось периодического роста вертикальных деформаций точек, следовательно, и наклона площадок турбоагрегатов, представляющего опасность для их дальнейшей эксплуатации.

Исходя из того обстоятельства, что для выполнения измерений требуется длительное время - каждый этап длится до 1,5 часов в зависимости от длины системы и напряженной работы работника, выполняющего измерения, что является единственным недостатком систем, возникла необходимость разработать новую, более совершенную гидродинамическую систему.

Представлен проект новой системы ГДН, которая по сравнению с предыдущими тремя опытными образцами СГДН обеспечит более высокую точность определения превышений между установленными в контрольных точках датчиками, так как здесь рабочая жидкость в процессе движения не встречает никакого сопротивления, кроме сопротивления трения. Преимущество эксплуатации системы ГДН заключается в том, что поток рабочей жидкости обеспечивается электродвигателем, работающим от постоянного тока аккумулятора 27 вольт, что создает возможность с помощью своего автономного электропитания устанавливать его в любом месте, где отсутствует источник электропитания постоянного тока.

В результате исследований получены следующие научные результаты:

- Разработан метод гидродинамического нивелирования, согласно которому измерения проводятся во время понижения и повышения уровня жидкости.

- Разработана новая конструкция измерительной головки СГДН для работы в условиях вибрации контрольных точек. Модифицирована конструкция иглы конца электрода измерительной головки.

- Модифицирована конструкция измерительной головки для предотвращения полного вытекания рабочей жидкости системы в аварийных ситуациях и повышения точности и производительности измерений.

- Усовершенствована конструкция системы гидродинамического нивелирования с целью облегчения заправки системы, чем исключается проникновение воздушных пузырьков в рабочую жидкость.

- Спроектирована и изготовлена средствами автора новая система ГДН, которая по сравнению с предыдущими СГДН обеспечит более высокую точность определения превышений, так как здесь рабочая жидкость в процессе движения не встречает никакого сопротивления, кроме сопротивления трения. Преимущество эксплуатации новой системы заключается в том, что поток рабочей жидкости обеспечивается электродвигателем, работающим от постоянного тока аккумулятора 27 вольт, что создает возможность с помощью своего автономного электропитания устанавливать его в любом месте, где отсутствует источник электропитания постоянного тока.

***DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGIES FOR DETERMINING VERTICAL
DISPLACEMENTS IN HYDROPOWER STRUCTURES***

SUMMARY

Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 5.23.05 – "Hydraulic Engineering Systems and Their Operation"

The aim of the dissertation – The purpose of the work is to improve the GDN systems developed at YerPI, which will ensure increased reliability of their operation and expand their field of application, as well as allow the automatic elimination of the influence of ambient temperature fluctuations on the accuracy of measuring vertical displacements of control points at the foundations of turbine units and to implement them in the foundations of turbine units of the Rovno Nuclear Power Plant (RNPP). This will also make it possible to develop methods and devices to improve the performance and durability of GDN systems, ensuring speed and automation in determining elevation differences between control points.

To achieve this goal, the following tasks have been set:

- to improve the GDN system, which will allow expanding its application;
- to develop technical measures ensuring the reliability of the improved hydrodynamic leveling system (USGDN) under industrial conditions;
- to develop the design of a measuring head of the hydro-level with a movable ferromagnetic core, which will allow for easy automation and improvement of the leveling process;
- to investigate the nature of the steady-state fluid movement in the leveling system;
- to select a rational principle and method of measurement, conduct laboratory research on experimental samples of the USGDN and develop technical specifications for the design of serial production of the improved GDN system;
- to carry out laboratory tests of the developed experimental samples of the USGDN, their installation, adjustment, as well as to conduct industrial tests;
- to develop new means for measuring the surface level of the liquid, allowing for the elimination of errors caused by temperature fluctuations;
- to develop new methods for rapid restoration of GDN system operability after an accident and to eliminate the penetration of air bubbles into the system's working fluid;
- to create a device that allows, in a very short time, to perform measurements of elevation differences between control points and to improve the accuracy of these measurements.

Observations of industrial tests of vertical displacements at control points mounted on the columns of turbine units 1–2, 3–4, and 5 of the Rovno Nuclear Power Plant were carried out using the hydrodynamic leveling system model USGDN-20D. In the observation area, due to vibrations, the glass vessels of the sensors broke. Because of the difficulty in quickly detaching the liquid surface from the sharpened ends of the electrode rods (2.5 mm in diameter) as it flowed out of the vessels, the measurement data showed values exceeding the permissible error limits. Air bubbles and other obstructions appeared in the system's working fluid, which negatively affected the measurement accuracy.

To eliminate these shortcomings, the glass vessels were replaced with metal ones, regular sewing needles were attached to the ends of the electrodes, the control and recording unit was improved, a method for removing air bubbles from the working fluid was developed, and the sensor head design was adjusted.

Initial observations of stages I, II, III, IV, V, and VI were carried out using the new USGDN-20D system (1988).

The results of the observed stages showed that the graph curves fluctuated up and down relative to the initial sensor and were within the range of -1.0 to +1.0 mm. In other words, no settlement of the columns was observed. In the presence of vibrations, the deformation values of these control points generally met the established permissible measurement accuracy – 0.2–0.3 mm. They rarely reached 1.0–1.3 mm, and most importantly, there was no observed periodic increase in the vertical deformations of the points, and therefore no tilt of the turbine unit platforms, which could pose a risk to their further operation.

Given the fact that performing the measurements requires a long time—each stage takes up to 1.5 hours depending on the length of the system and the intense work of the operator conducting the measurements, which is the only drawback of the systems—it became necessary to develop a new, more advanced hydrodynamic system.

A design for a new GDN system is presented, which, compared to the previous three prototype SGDN models, provides higher accuracy in determining elevation differences between sensors installed at control points, as the working fluid encounters no resistance during movement except for frictional resistance. The advantage of operating the GDN system lies in the fact that the flow of the working fluid is ensured by an electric motor powered by a 27-volt DC battery, which allows it to be installed anywhere without the need for an external DC power source thanks to its autonomous power supply.

As a result of the research, the following scientific outcomes were achieved:

- A method of hydrodynamic leveling was developed, according to which measurements are carried out during the lowering and raising of the liquid surface levels.
- A new design of the SGDN measuring head was developed for operation under vibration conditions at control points. The design of the electrode tip needle of the measuring head was modified.
- The measuring head design was modified to prevent complete outflow of the system's working fluid in emergency situations and to improve the accuracy and efficiency of measurements.
- The design of the hydrodynamic leveling system was improved to facilitate system filling, thereby preventing air bubbles from entering the working fluid.
- A new GDN system was designed and manufactured by the author, which, compared to previous SGDN models, provides higher accuracy in determining elevation differences, as the working fluid in this system encounters no resistance during movement except frictional resistance. The advantage of operating the new system lies in the fact that the fluid flow is driven by an electric motor powered by a 27-volt DC battery, enabling autonomous operation and installation in locations lacking a DC power source.

