

ՀՏԴ 626:627

ՀԻՂԴԱՎԼԻԿԱ ԵՎ ՀԻՂՐՈՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ
ԿԱՌՈՒՅՑՆԵՐ

Ա.ՅԱ. ՍԱՐԳՍՐՅԱՆ, Հ.Վ. ԹՈՔՍԱՋՅԱՆ, Լ.Ա. ԴԱՇՏՈՅԱՆ

ԽՈՂՈՎԱԿԱՇԱՇԱՐԵՐԻ ՎԹԱՐՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԻՂԴԱՎԼԻԿԱԿԱՆ
ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՎՐԱ ԵՎ ՈՒՂԵԿՑՈՂ ԵՐԵՎՈՒՅՑՆԵՐԸ

Քննարկվում են գրավիտացիոն պարզ և բարդ ջրատարներում առաջացող հիդրավիլիկական ռեժիմները՝ կախված դրանց ընթացագծի պրոֆիլից: Խողովակաշարի սիֆոնային տեղամասերում տեղադրված օդահան սարքերը հիդրավիլիկական որոշ ռեժիմների դեպքում կարող են առաջ բերել խողովակի մեջ օդի կամ աղտոտված օդախառն ջրի ներթափանցում, որի արդյունքում տեղի են ունենում ճնշման անկում ու հիդրավիլիկական խառն ռեժիմի առաջացում: Շարժման ոչ ճնշումային ռեժիմից ճնշումայինին անցումն ուղեկցվում է հիդրավիլիկական թռիչքի երևույթով: Դիտարկվել է նաև բարդ խողովակաշարում վթարի առաջացման դեպքում հիդրավիլիկական ռեժիմի փոփոխության խնդիրը՝ կախված արտահոսքի ելքի մեծությունից:

Առանցքային բառեր. խողովակաշար, օդահան սարք, հոսանքի անընդհատության խզում, ոչ ճնշումային և ճնշումային ռեժիմ, հիդրավիլիկական թռիչք:

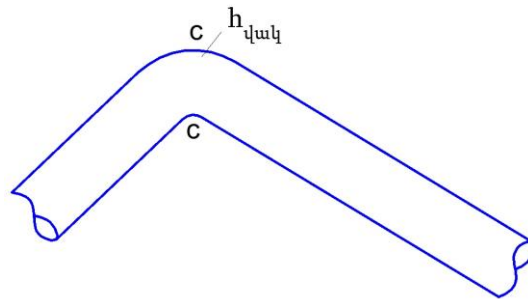
Լեռնային պայմաններում կառուցված ջրմուղի խողովակաշարերի ընթացագծերն ուղղաձիգ հարթության մեջ հաճախ ունենում են սիֆոնային ու դյուկերային բազմաթիվ տեղամասեր: Երբեմն սիֆոնային տեղամասերը հաշվային ելքի թողարկման դեպքում գործում են ճնշման թույլատրելի նոսրացման (վակուում) պայմաններում: Եթե տվյալ տեղամասն ունի համեմատաբար մեծ երկարություն և տեղադրված է բնապահպանական առումով անբարենպաստ պայմաններում (հեղեղատար, կոյուղագիծ, արդյունաբերական և անասնապահական թափոնի հրապարակներ, բնակավայրերի կենցաղային թափոնների աղբանոց, ագրեսիվ բնույթի գրունտ, գրունտային ջրերի բարձր մակարդակ և այլն), ապա տվյալ տեղամասի խողովակի վրա զանազան պատճառներով առաջացած վթարը կարող է առաջ բերել թունավոր նյութերի թափանցում խողովակաշարի մեջ, որը զանգվածային թունավորման պատճառ կարող է հանդիսանալ (որպես օրինակ կարելի է բերել տեղի ունեցած մի քանի դեպք):

Եթե հաշվային ելքի թողարկման դեպքում խողովակաշարի սիֆոնային տեղամասում ավելցուկային ճնշումը բացասական է, ապա սիֆոնային տեղամասի ձախ և աջ կողմերում խողովակի վթարի (պատռում) հետևանքով սիֆոնային տեղամասում կարող է առաջանալ հեղուկի հոսանքի անընդհատության մասնակի խզում: Վերջինիս առաջացման պարագայում թողարկվող ելքը խիստ նվազում է կամ հավասարվում 0-ի:

Ջրմուղի մայրուղային խողովակաշարերի նախագծման գործընթացում ընդունված է դրանց սիֆոնային տեղամասերը կահավորել օդահան սարքերով: Շատ հա-

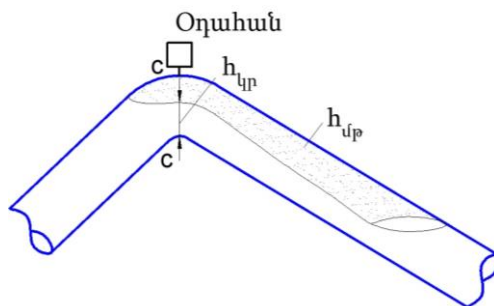
Ճախ դրանց տեղադրման հորերն անհրաժեշտ ջրամեկուսացում չունենալու պատճառով լցվում են աղտոտված ջրերով: Հորերում տեղադրված փականների կիպացման հանգույցների ոչ բավարար ձգվածության և այլ պատճառներով ջրատարի վթարի դեպքում սիֆոնային տեղամասում առաջացող վակուումի հետևանքով հորի աղտոտված ջուրը ներծծվում է ջրատարի խողովակի մեջ: Հարկ է նշել, որ թույլատրելի վակուումով աշխատող սիֆոնային տեղամասի վրա ընդհանրապես չի կարելի օդահան սարք տեղադրել, հանգամանք, որ հաճախ հաշվի չի առնվում: Բանն այն է, որ օդահան սարքի առկայության պարագայում մթնոլորտային օդն ազատորեն ներծծվում է խողովակի մեջ, որի հետևանքով վերջինիս մեջ գոյանում է օդային մեծ կուտակում: Օդային սույն կուտակման ազդեցությունն արտահայտվում է հաշվային ճնշման, հետևաբար՝ նաև ելքի նվազումով: Օրինակ, Կեչուտ-Զատիթափ-Հերիեր ինքնահոս ջրատարի գլխամասին մոտ տեղադրված օդահան սարքի պատճառով ճնշումն ընկել էր 45 ս՝ով:

Նկ. 1-ում բերված է թույլատրելի վակուումով աշխատող պարզ խողովակաշարի սիֆոնային տեղամասի սխեման:



Նկ. 1. Թույլատրելի վակուումով սիֆոնային տեղամասի սխեման

Օդահան սարքի առկայության պարագայում, $c - c$ կտրվածքում օդի ներթափանցման շնորհիվ, բացարձակ ճնշումը հավասարվում է գրեթե մթնոլորտայինին, որի հետևանքով թողարկվող ելքը պակասում է:



Նկ. 2. Օդահան սարքով կահավորված սիֆոնային տեղամասը

c – c կտրվածքի աջ և ձախ կողմերում խողովակի որոշ երկարության վրա առաջանում է անճնշում շարժում: Այդ դեպքում խողովակաշարով թողարկվող ելքի մեծությունը կլինի՝

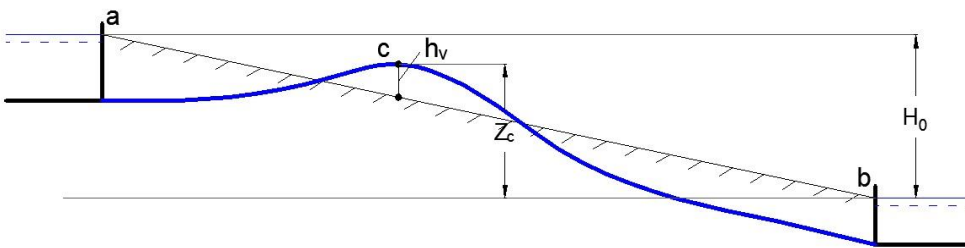
$$Q = \sqrt{\frac{H_0 - z_c}{S_1}},$$

որտեղ S_1 -ը գլխամասից մինչև c – c կտրվածքը երկարության խողովակի հիդրավլիկական դիմադրությունն է: Անճնշում ու ճնշումային շարժումների անցման տեղամասում առաջանում է ազատ հիդրավլիկական թռիչքը, քանի որ դրա մակերևույթի վրա ճնշումը մթնոլորտային է [1, 2]: c – c կտրվածքում հաստատվում է կրիտիկական խորություն, իսկ թռիչքի սկզբնական խորությունը որոշվում է որպես խողովակի տրամագծին հավասար խորության համալուծ:

Քննարկենք նկ. 2-ում պատկերված պարզ խողովակաշարի դեպքը, երբ ճնշումային շարժմանը համապատասխանող պիեզոմետրական գծի (ab) օրդինատը c – c կտրվածքում ավելի մեծ է, քան կտրվածքի սահմանային նոսրացած ճնշումը, այսինքն՝ $h_c > h_{\text{VII}}$: Քանի որ c – c կտրվածքում ճնշումը կարող է իջնել առավելագույնը h_{VII} չափով, ապա խողովակաշարի ac հատվածում պետք է հաստատվի մի ելք, որը կլինի՝

$$Q = \sqrt{\frac{H_0 - z_c - h_{\text{VII}}}{S_1}},$$

որտեղ S_1 -ը խողովակաշարի ac հատվածի հիդրավլիկական դիմադրությունն է, z_c -ն՝ c – c կտրվածքի բարձրությունը ստորին ավազանի ջրի մակարդակից:



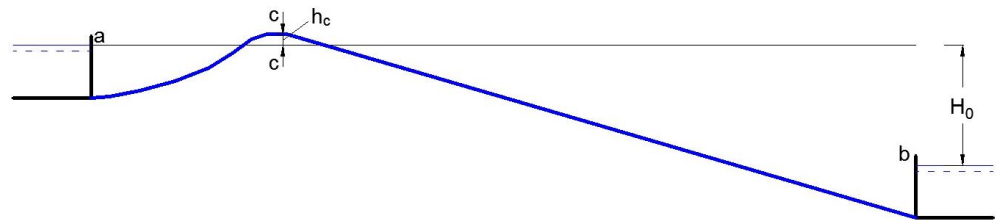
Նկ. 3. Պարզ խողովակաշարի սխեման

Համակարգում հաստատվող հիդրավլիկական ռեժիմի վրա իր ազդեցությունն ունի խողովակաշարի cb հատվածը (նկ. 3): Ակնհայտ է, որ այդ հատվածում ճնշումային շարժում հնարավոր չէ, քանի որ ac հատվածը չի ապահովում անհրաժեշտ մեծությամբ ելք: Հետևաբար, cb հատվածի ելքը պետք է լինի այնքան, որքան ab -ինը:

Այստեղից հետևում է, որ խողովակաշարի ՇԾ հատվածի որոշ երկարության վրա կառաջանա խողովակի մասնակի լցվածությամբ ոչ ազատ շարժում: Հեղուկի մակերևույթի վրա ավելցուկային ճնշումն ամենուրեք կլինի սահմանային՝ h_{VTI} , իսկ մակերևույթից վերև կլինեն հեղուկի գոլորշիներ և հոսանքի կողմից գլխամասից բերված ու հեղուկի մեջ լուծված և նրանից անջատված օդ:

Նկատենք, որ եթե խողովակաշարի ստորին ծայրը բաց լինի, ապա օդն ազատորեն մուտք կգործի խողովակի մեջ, և ՇԾ հատվածի ողջ երկարության վրա կառաջանա ոչ ճնշումային շարժում, ու համակարգի ելքն ավելի կփոքրանա:

Քննարկենք նաև պարզ խողովակաշարում առաջացող հիդրավիկական ռեժիմը, երբ սիֆոնային տեղամասի կոկորդային կտրվածքը բարձր է վերևի ավազանի ջրի մակարդակից, ինչպես պատկերված է նկ. 4-ում:



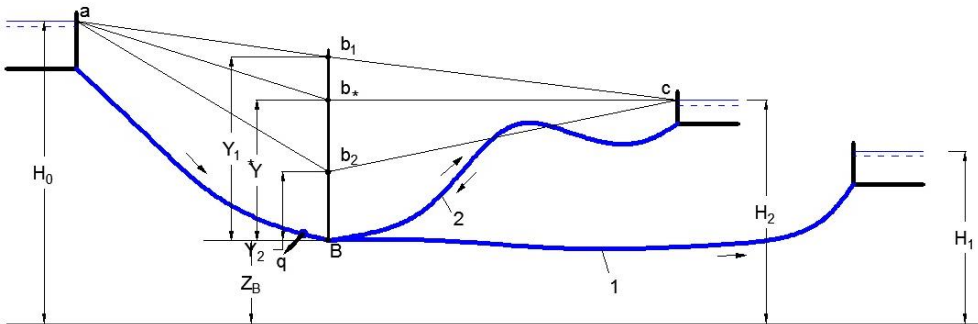
Նկ. 4. Սիֆոնային տեղամասով պարզ խողովակաշարի սխեման

Որպեսզի սույն համակարգում հաստատվի ճնշումային շարժում, անհրաժեշտ է, որ ab պիեզոմետրական գիծը ցածր լինի $c-c$ կտրվածքից առավելագույնը վակուումի սահմանային մեծության՝ $h_c \leq h_{VTI}$ չափից: Հետևաբար, համակարգի առավելագույն թողարկվող ելքը կլինի՝

$$Q_{\max} = \sqrt{\frac{H_0}{S}} :$$

Սույն ելքի թողարկման պայմաններում հիդրավիկական ռեժիմն անկայուն է, որովհետև ցանկացած գրգիռ կարող է առաջացնել հոսանքի անընդհատության խզում: Հետևաբար, նման կողատեսքով ջրատարը պետք է գործարկել Q_{\max} -ից պակաս ելքով: Պետք է նկատի ունենալ նաև հեղուկի ջերմաստիճանից կախված Q_{\max} -ի մեծության փոփոխության վարքը, քանի որ ջերմաստիճանի բարձրացումն ուղեկցվում է h_{Vn} -ի մեծացմամբ, հետևաբար՝ Q_{\max} -ի նվազմամբ: Նշենք նաև, որ քննարկվող դեպքում սիֆոնային տեղամասը չի կարելի կահավորել օդահան սարքով [3]:

Այժմ քննարկենք բարդ խողովակաշարի դեպքը: Նկ.5-ում պատկերված է գրավիտացիոն խողովակաշար՝ երկու ճյուղով, որոնց ծայրակետերը տեղադրված են H_1 և H_2 բարձրությունների վրա:



Նկ. 5. Բարդ խողովակաշարի սխեման

Հիդրավիլիկական հաստատված ռեժիմի դեպքում խողովակաշարի ճյուղերում հաստատվող ելքերը որոշվում են հավասարումների հետևյալ համակարգից [2]՝

$$H_0 - (y + z_B) = S_0 Q_0^2,$$

$$y + z_B - H_1 = S_1 Q_1^2,$$

$$/ y + z_B - H_2 / = S_2 Q_2^2,$$

$$Q_0 = Q_1 + Q_2,$$

որտեղ y -ը ճյուղավորման կտրվածքի ճնշումն է, S -երը՝ համապատասխան խողովակների հիդրավիլիկական դիմադրությունները: Համակարգի 3-րդ հավասարման բացարձակ արժեքի նշանը ցույց է տալիս Q_2 ելքի նշանափոխ լինելը:

Ընդունենք, որ B կտրվածքի մոտակայքում առաջացել է վթար, որի հետևանքով գոյացել է q ելքով արտահոսք: Այս պայմաններում հիդրավիլիկական համակարգում կհաստատվի հիդրավիլիկական նոր ռեժիմ՝ համապատասխանաբար Q_{01}, Q_{11}, Q_{21} և y_1 պարամետրերով: Ակնհայտ է, որ արտահոսքի պարագայում ճյուղավորման կետի ճնշումը փոքրանում է, այսինքն՝ $y_1 < y$, հետևաբար՝ $Q_{01} > Q_0$, $Q_{11} < Q_1$, իսկ Q_{21} -ը, կախված q -ի մեծությունից, կարող է լինել՝ $Q_{21} < Q_2$, կամ $Q_{21} \leq 0$:

Հաստատվող նոր ռեժիմի հիդրավիլիկական պարամետրերը որոշվում են հավասարումների հետևյալ համակարգից՝

$$H_0 - (y_1 + z_B) = S_{01} Q_{01}^2,$$

$$y_1 + z_B - H_1 = S_1 Q_{11}^2,$$

$$/ y_1 + z_B - H_2 / = S_2 Q_{21}^2,$$

$$Q_{01} = Q_{11} + Q_{21} + q:$$

Հավասարումների սույն համակարգի միջոցով որոշվում են անհայտ մեծությունները q ելքի զանազան արժեքների համար:

Որոշենք արտահոսող ելքի այն մեծությունը՝ q_* , որի դեպքում 2 խողովակում շարժումը դադարում է, այսինքն՝ $Q_{21} = 0$: Համակարգի 3-րդ հավասարումից հետևում է, որ $y_1 + z_B = H_2$: Այդ դեպքում հավասարումների համակարգը ներկայացվում է հետևյալ կերպ՝

$$H_0 - H_2 = S_0 Q_{01}^2,$$

$$H_2 - H_1 = S_1 Q_{11}^2,$$

$$q_* = Q_{01} - Q_{11},$$

և անհայտ մեծությունները միանգամից որոշվում են համապատասխան հավասարումներից:

Արտահոսող ելքի $q > q_*$ արժեքների դեպքում 2 խողովակում առաջանում է հակառակ ուղղությամբ շարժում: Եթե 2 խողովակը կահավորված է օդահան սարքերով, ապա այդ սարքերի տեղադրման հորերից հնարավոր է աղտոտված հեղուկ զանգվածի ներթափանցում խողովակաշարի մեջ: Որպեսզի կանխվի սույն գործընթացը, անհրաժեշտ է ստորին ավազանի մուտքի փականի դրոսեղացում դեպի փակումը այն հաշվով, որ 2 խողովակի ողջ երկարության վրա պահպանվի ավելցուկային դրական ճնշում:

Եզրակացություն: Գրավիտացիոն ջրատարներում հաստատվող հիդրավլիկական ռեժիմների ուսումնասիրությունը կարևոր գործնական նշանակություն ունի: Փոքր ՀԷԿ-երի նախագծման ժամանակ նույնպես պետք է նկատի ունենալ, որ եթե տուրբինային ջրատարի գլխամասին հարող հատվածն ունի փոքր թեքություն, որին հաջորդում է մեծ թեքությամբ տեղամաս, ապա ագրեգատի ելքի կարգավորման գործընթացում հնարավոր է ճնշման անկում, հետևաբար՝ նաև հզորության մասնակի կորուստ: Ուրեմն անհրաժեշտ է նման պարագայում ագրեգատը հանել գործարկումից, խողովակաշարից հեռացնել ներթափանցած օդն ու սահմանափակել թողարկվող ելքի մեծության վերնի սահմանը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Հովսեփյան Վ.Մ.** Հիդրավլիկա.- Երևան: Լույս, 1973. - 467 էջ:
2. **Дикаревский В.С., Краснянский И.И.** Напорные водоводы железнодорожного водоснабжения.- М.: Транспорт, 1978.- 360 с.
3. **Մարգարյան Ա.Յա.** Հիդրավլիկական հարված և խողովակաշարերի պաշտպանություն. - Երևան, 2010.- 291 էջ:

ՀՀՇԱՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 20.02.2014:

А.Я. МАРГАРЯН, О.В. ТОКМАДЖЯН, Л.А. ДАШТОЯН

ВЛИЯНИЕ АВАРИЙ ТРУБОПРОВОДОВ НА ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ И СОПУТСТВУЮЩИЕ ЯВЛЕНИЯ

Обсуждаются возникающие в простых и сложных гравитационных трубопроводах гидравлические режимы, зависящие от профиля их трассировки. Установленные в сифонных участках воздуховыводящие устройства при определенных гидравлических режимах способствуют проникновению воздуха или загрязненной смеси воды с воздухом в трубопровод, что вызывает падение давления и появление смешанных гидравлических прыжков. Переход от безнапорного режима к напорному сопровождается явлением гидравлического режима в случае аварии сложного трубопровода в зависимости от величины выхода утечки.

Ключевые слова: трубопровод, воздуховыводящее устройство, разрыв непрерывности потока, безнапорный и напорный режимы, гидравлический прыжок.

A.YA. MARGARYAN, H.V. TOKMAJYAN, L.A. DASHTOYAN

INFLUENCE OF PIPELINE FAILURES ON HYDRAULIC REGIMES AND THE ACCOMPANYING PHENOMENA

The hydraulic regimes occurring in simple and complex gravitational pipelines depending on their flow line profile are discussed. The air removing devices installed in the siphon sections of the pipeline, at certain hydraulic regimes, favour the penetration of air or contaminated water-air mixture into the pipeline causing a pressure drop and mixed hydraulic regimes. The transition from a nonhead regime to a head one is accompanied by the phenomenon of a hydraulic jump in case of a failure in a complex pipeline depending on the value of the outflow amount.

Keywords: pipeline, flow continuity break, air removing device, nonhead and head regimes, hydraulic jump.