

ԳԻՏԱԿԱՆ ՆՈՒԹԵՐ

Բ. Ն. ԵՂՈՋԱՐՅԱՆ

ՀԱԿԱՌԱԿ ԱՎԻԲԻ ԵՎԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների շահագործման պրակտիկայում միշտ կարելի է հանդիպել հիդրավլիկական բարդ սեծիմի՝ ջրի ալիքային չրհաստատված շարժման: Այսպես, օրինակ, հիդրոէլեկտրակայաններում օրական կանոնավորման ժամանակ վերին բլեֆում առաջանում են ջրի հոսանքի հակառակ ուղղութլամբ տարածվող ալիքներ, որոնք ալլ պատճառով կոչվում են հակառակ ալիքներ, իսկ ստորին բլեֆում առաջանում են ալիքներ, որոնք տարածվում են հոսանքի ուղղութլամբ և կոչվում են ուղիղ ալիքներ: Ակրորնական ազատ մակերևուլի նկատմամբ տնեցած գառավորութլամբ (ներքև, լեև վերև) լարաքանչյուր ալիք իր հերթին կարող է լինել գրական կամ բաղասական: Ուղիղ ալիքների համար ստացված բանաձևերը կիրառելի չեն հակառակ ալիքների հաշվման համար, քանի որ վերջինների գեպքում տոանց ալն էլ բարդ հիդրավլիկական սեծիմն էլ ալելի է բարդանում վերին բլեֆի գառարկման (կամ լցման) աղղեցութլան շնորհիվ: Եթև ջրահավար պատվարի փականների բացվածքը փոխելով էլքը սկզբնական Q_0 մեծութլանից հասցվում է մինչև վերջնական $Q_0 + \Delta Q_0$ մեծութլան և ալնուհետև փականի բացվածքը թողնվում է անփոփոխ, ապա նոր մեծ էլքը ապահովելու համար (քանի որ վերին բլեֆ լլլվում է միալն սկզբնական Q_0 էլք) պեսք է պակասի բլեֆի ծավալը: Ելքի փոփոխութլան հետևանքով առաջացած հակառակ ալիքը տարածվելով հոսանքով վեր, նորանոր հատվածներ է ներգրավում չհաստատված շարժման մեջ, աստիճանաբար գառարկելով պատվարի հետևվում կոտակված ծավալը: Ծավալի գառարկման հետ մեկտեղ հորիզոնը աստիճանաբար իջնում է ջուր հեռացնող կառուցվածքներում, որի հետևանքով էլքը աստիճանաբար փոքրանալով ասիմպոտոիկ ձևով ձգտում է իր սկզբնական Q_0 արժեքին: Վերին բլեֆում հաստատվում է նոր սեծիմ Q_0 էլքով և նոր ազատ մակերևուլի կորով, որը տեղավորված է սկզբնական կորից ցածր շրնորհիվ բլեֆի գառարկման: Եթև ջրի էլքի մեծացման փոխարեն տեղի ունենար պատվարի վրալով հեռացվող էլքի փոքրացում, ապա վերին բլեֆում երեսլլքը կլիներ ճիշտ հակառակը՝ կոնենալինք բլեֆի լլցում, հորիզոնի բարձրացում, հետևաբար էլքի աստիճանական մեծացում մինչև սկզբնական արժեքը և կհաստատվեր նոր ստացիոնար սեծիմ սկզբնականից բարձր գառավորված ազատ մակերևուլի կորով: Հետևապես, ի հակալիչի ուղիղ ալիքների, որոնց էլքը փոփոխվում է մեկ ուղղութլամբ, ձգտելով վերջնական $Q_0 + \Delta Q_0$ արժեքին, հակառակ ալիքի գեպքում ունենք էլքի երկկողմանի փոփոխութլուն, որը պալմանավորված է բլեֆի գառարկման (կամ լլցման) աղղեցութլամբ:

Հակառակ ալիքի ծավալը ծառայում է ջրի պակասը բավարարելու կամ ավելցակը տեղափոխելու համար, որոնք, շնորհիվ ալիքի ելքի երկկողմանի փոփոխությունների, սահմանափակ մեծություններ են և այդ պատճառով էլ ալիքի տարածման հեռավորությունը պետք է գործնականորեն սահմանափակ լինի: Բացի դրանից, եթե հակառակ ալիքի տարածման հեռավորությունը սահմանափակ չլինի, ալիքային շարժումը կարող է շարունակվել անվերջ և բլեֆում ստացիոնար շարժում չի հաստատվի, որը հակասում է իրականությանը: Հակառակ ալիքների տարածման հեռավորության սահմանափակ լինելը հաստատում են նաև պրոֆ. Ի. Վ. Եզրիազարովի լաբորատոր փորձերի և Տիսվինյան ջրային սխեմայում կատարված դիտումների արդյունքները: Վերը բերված դատողությունները, ինչպես և փորձնական տվյալների տատանատիրությունները թույլ են տալիս անելու հետևյալ եզրակացությունները.

ա) Հակառակ դրական ալիքը տարածվում է մինչև վերջնական ստացիոնար շարժման ազատ մակերևույթի դիմհարի վերջը (դիմհարը տեսականորեն տարածվում է մինչև անսահմանություն, այդ պատճառով աչտեղ և հետագա արտահայտություններում դիմհարի վերջ ասելով պետք է հասկանալ ափն կտրվածքը, որից բարձր գործնականորեն դիմհար ալյես չկա): Ելքերը ափն կտրվածքներում, ուր արդեն հասել է հակառակ ալիքը, սկզբում փոքրանում են, ապա բլեֆի լցման հետևանքով աստիճանաբար աճում են և հասնում իրենց Q_0 սկզբնական արժեքին.

բ) Հակառակ բացասական ալիքը տարածվում է մինչև սկզբնական ստացիոնար շարժման ազատ մակերևույթի դիմհարի վերջը: Ելքերը ափն կտրվածքներում, ուր արդեն հասել է հակառակ ալիքը, սկզբում աճում են, ապա բլեֆի դատարկման հետևանքով աստիճանաբար փոքրանում են և հասնում իրենց սկզբնական Q_0 արժեքին.

գ) Ստորությունները հակառակ ալիքի ժամանակ փոփոխվում են միայն մեկ ուղղությամբ.

դ) Ելքի փոփոխման ամպլիտուդան պատվարից հեռանալու հետ մեկտեղ փոքրանում է և ալիքի տարածման վերջին կտրվածքում գործնականորեն հավասարվում է զերույի: Այդ կտրվածքում գործնականորեն զերո է և հորիզոնի փոփոխումը:

Հետևաբար, հակառակ ալիք անալիզի ժամանակ պետք է հասկանալ, որ ալիքի տարածման հեռավորությունները փոփոխություններ են ապրում: Մեկ փոփոխությունը պայմանավորված է սկզբնական կտրվածքում (ուր անալիզի է հակառակ ալիքը) ելքի փոփոխմամբ և ունի նույն ուղղությունը, ինչ վերջինը: Հաջվի առնելով, որ վերին բլեֆում ջրի խորությունը համարյա միշտ զգալի է, որի հետևանքով փոքր են շփման ուժերը և նրանցով պայմանավորված կորուստները, կարելի է ալիքի գեֆորմացիան արհամարհել և ընդունել, որ սկզբնական կտրվածքում ելքի ΔQ փոփոխությունը նույնությամբ կրկնվում է նաև մյուս բոլոր կտրվածքներում՝ սկսած ալիքի տվյալ կտրվածքը հասնելու մոմենտից: Ելքի մյուս փոփոխությունը, որն ունի անալիզին հակադիր ուղղություն, կատարվում է բլեֆի դատարկման (կամ լցման) ազդեցության շնորհիվ և բերում է նրան, որ տվյալ կտրվածքում ելքի սկզբնական փոփոխությունն աստիճանաբար փոքրանալով, ձգտում է զերույի: Վերին բլեֆի դատարկումը (կամ լցումը) մարդկային է, որը կատարվում է աստիճանա-

բար փոքրացող ինտենսիվությամբ, այդ պատճառով նրանով պայմանավորված էլքերի փոփոխությունը նույնպես մարդ պրոցես է և կարող է արտահայտվել ցուցչային կապի միջոցով:

Հետևաբար, էլքի գումարային փոփոխությունը վերին բլեֆի որևէ կրտրվածքում հակառակ ալիքի անցման ժամանակ կլինի

$$\Delta Q = \Delta Q' e^{-\alpha t}, \quad (1)$$

որտեղ $\Delta Q'$ սկզբնական կտրվածքում էլքի փոփոխման օրենքն է և կարող է ունենալ ցանկացած ձև,

α պարամետր է, որը հաշվի է առնում տեղական պայմանները և բնորոշում է բլեֆի զատարկման (կամ լցման) ինտենսիվությունը,

$$\tau = t - T$$

t անկախ փոփոխականը՝ ժամանակն է,

T սկզբնական կտրվածքից մինչև տվյալ կտրվածքը հակառակ ալիքի տեղափոխվելու համար անհրաժեշտ ժամանակամիջոցն է, որն այլ կերպ անվանում են վազքի ժամանակամիջոց:

Մինչև S հեռավորության վրա գտնվող կտրվածքը ալիքի վազքի ժամանակամիջոցը կլինի

$$T = \int_0^s \frac{dS}{v}, \quad (2)$$

որտեղ v ալիքի սկզբնական տարածման արագությունն է, որը որոշվում է ըստ կադրանտի բանաձևի

$$v = \sqrt{g \frac{F}{B} - U}, \quad (3)$$

F կենդանի կտրվածքի մակերեսն է,

B կտրվածքի լայնությունն է ջրի հորիզոնի վրա,

U կտրվածքում ջրի շարժման միջին արագությունն է:

Ալիքային շարժումը հաշվելու համար բլեֆը բաժանենք տոանձին հատվածների: Կազմենք անխզելիության հավասարումը վերջին S_k կտրվածքի (որից բարձր ալիքը գործնականորեն չի տարածվում) և պատահական S_n կտրվածքի միջև ընկած հատվածի համար:

$$Q_k dt + Q_0(S_k - S_n) dt - Q_n dt = dV, \quad (4)$$

որտեղ Q_k և Q_n էլքերն են S_k և S_n կտրվածքներում,

Q_0 կողային հոսքը 1 գծ. մ երկարություն վրա 1 վրկում:

V ջրի ծավալն է, որն ամփոփված է վերին բլեֆի $S_k - S_n$ հատվածում:

Ենթադրելով (4) արտահայտությունում Q_0 ըստ ժամանակի հաստատուն, տեղադրելով Q_n ըստ (1) բանաձևի և ինտեգրելով հավասարությունը T_n -ից մինչև t սահմաններում, կստանանք

$$-\frac{\Delta Q'}{\alpha_n} \left[1 - e^{-\alpha_n (t - T_n)} \right] = V - V_0. \quad (5)$$

Երբ $t \rightarrow \infty$, բլեֆում հաստատվում է նոր ստացիոնար շարժում սկզբնական հաշվում ու նոր ազատ մակերևույթի կորով, իսկ ծավալի $V - V_0$ աճը ձգտում է իր սահմանային ΔV_n արժեքին (ծավալ, որը սահմանափակված է Q_0 հաշվին համապատասխանող ազատ մակերևույթի սկզբնական և վերջնական զրկեքների միջև)։ Այդ դեպքում (5)-ից կատանանք ցանկացած կտրվածքում α_n պարամետրի որոշման համար հետևյալ արտահայտությունը՝

$$\alpha_n = \frac{\Delta Q'}{\Delta V_n} \quad (6)$$

Վերջին արտահայտությունը ցույց է տալիս, որ α_n -ը փոփոխական է, ուստի զգվարանում է նրա օգտագործումը։ ΔV_n մեծությունը, բացի $\Delta Q'$ հաշվից, կախված է նաև տրիչ շատ գործոններից, ինչպես, օրինակ, հունի լայնական կտրվածքի ձևից և նրա փոփոխությունից ըստ դետի երկարության, սկզբնական հաշվի մեծությունից ու պատվարի մոտ ջրի հորիզոնի բարձրությունից և տվյալ, որոնց ազդեցությունը շատ դժվար է ճշտությունով հաշվի առնել, ուստի և $\Delta Q'$ հաշվի ամեն մի արժեքի համար ΔV_n -ի ճշգրիտ որոշումը արդարացված չէր լինի։ Այդ պատճառով հնարավոր ենք համարում ΔV_n աճի փոփոխական մեծությունը փոխարինել նրա սահմանային ΔV_n արժեքով, որը համապատասխանում է հաշվի վերջնական ΔQ_0 փոփոխությանը սկզբնական կտրվածքում, եթե, իհարկե, վերջինը, համեմատած ալիքից առաջ եղած Q_0 հաշվի հետ, փոքր մեծություն է։ Կատարված ընդունելությունը ազդեցություն է թողնում միայն այն ժամանակի ընթացքում, երբ հաշվի աճը սկզբնական կտրվածքում հասնում է իր սահմանային ΔQ_0 արժեքին, այդ ժամանակը, համեմատած հաշվի փոփոխման ընդհանուր ժամանակի հետ, շատ փոքր է, ուստի և փոքր է կատարված ընդունելության ազդեցությունը հաշվումների ճշտության վրա։

Որոշելով տարբեր S_n կտրվածքների համար α_n պարամետրի արժեքը, կունենանք չորաքանչյուր կտրվածքում հաշվի փոփոխման օրենքը ըստ (1)-ի և կարող ենք ստանալ ցանկացած t ակնթարթի համար հաշվի բաշխման օրենքը ըստ բլեֆի երկարության, կառուցել մաքսիմում հաշվերի նվազման կորը բլեֆի երկարությամբ, ինչպես նաև ստանալ ալիքի ցանկացած հաշվի (ալիք թվում և մաքսիմում հաշվի) տարածման արագությունը բլեֆում։ Ստացված արտահայտությունները կարելի է օգտագործել մի շարք ջրա-էներգետիկական խնդիրների լուծման համար, ինչպես, օրինակ, օրական կանոնավորման ժամանակ, վերին բլեֆում հաշվերի փոփոխությունը որոշելու, վերին բլեֆի դատարկման ժամանակը որոշելու և այլնի համար։