

ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ՃՆՇՄԱՆ ՏԱԿ ԱՐՏԱՀՈՍՄԱՆ ԵԼՔԻ ԳՈՐԾԱԿՑԻ
ՎԱՐՔԻ ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ալբերտ Յախշիբեկի Մարգարյան, Արմինե Արծրունու Գևորգյան,
Մարիաննա Պողոսի Հակոբյան, Էրիկ Արայիկի Հոդաբաշյան, Արման Արմենի Ավետիսյան
Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ
*armine.gev@gmail.com

Հոդվածում քննարկվում է ուղղաձիգ գլանակալի բաց տարրողության կցափողից հեղուկի արտահոսման ելքի գործակցի փոփոխության վարքը, կախված հեղուկի մակարդակի իջեցումից: Վերջավոր ծավալի բաց տարրողությունից արտահոսման դեպքում հեղուկի ազատ մակերևույթն ըստ ժամանակի իջնում է, հետևաբար և ճնշումը նվազում է: Փոփոխական ճնշման տակ արտահոսման ելքի ըստ ժամանակի նվազումն ակնհայտորեն կապված է ճնշման նվազման հետ, իսկ ելքի գործակցի փոփոխությունը հաճախ ուշադրության չի արժանանում: Այսպես, ավազանների դատարկման ժամանակամիջոցը որոշելիս ելքի գործակցի մեծությունն ընդունում են հաստատուն: Հեղուկի ճնշումային չհաստատված շարժման դեպքում ակնթարթային ելքն ընդունված է որոշել ժամանակի տվյալ պահի ճնշման միջոցով՝ հաստատված շարժման օրենքով: Մասնավորապես, ավազանի դատարկման ժամանակամիջոցը որոշելիս սովորաբար ելքի գործակցին ընդունվում է հաստատուն և հավասար՝ հաստատուն ճնշման տակ արտահոսման ելքի գործակցին:

Բանալի բառեր. փոփոխական ճնշում, արտահոսում անցքից, դատարկման ժամանակամիջոց, հեղուկի հոսանք, գլանակալ կցափող, Ռեյնոլդսի թիվ

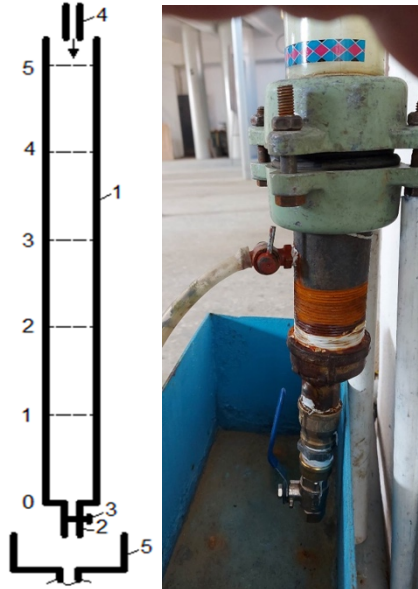
Ներածություն

Անցքերից և կցափողերից հեղուկի արտահոսման ելքը կախված է ֆիզիկական երկու մեծություններից՝ ճնշումից H և ելքի գործակցից μ : Հաստատուն ճնշման տակ արտահոսման դեպքում սույն մեծությունները հաստատուն են, հետևաբար արտահոսող ելքը ևս հաստատուն է [1, 2]: Վերջավոր ծավալի բաց տարրողությունից արտահոսման դեպքում հեղուկի ազատ մակերևույթն ըստ ժամանակի իջնում է, հետևաբար և ճնշումը նվազում է: Փոփոխական ճնշման տակ արտահոսման ելքի ըստ ժամանակի նվազումն ակնհայտորեն կապված է ճնշման նվազման հետ, իսկ ելքի գործակցի փոփոխությունը հաճախ ուշադրության չի արժանանում: Այսպես, ավազանների դատարկման ժամանակամիջոցը որոշելիս ելքի գործակցի մեծությունն ընդունում են հաստատուն [1-3]:

Ելքի գործակցի փոփոխության վարքը պարզելու համար կատարվել է փորձնական ուսումնասիրություն Ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտի հիդրավլիկական հետազոտությունների լաբորատորիայում:

Նյութեր և մեթոդներ

Փորձասարքի գծապատկերը բերված է նկ. 1-ում: Այն բաղկացած է ուղղաձիգ դիրքով $D = 57$ մմ տրամագծի ապակե գլանական խողովակից (1), $d = 12,7$ մմ տրամագծի գլանական կցափողից (2), խցանային փականից (3), սնող խողովակից (4) և ավազանից (5): Գլանական խողովակն ըստ բարձրության 1-ական մետր չափով սանդղակավորվել է 5 տեղամասի:



**Նկ. 1. Փորձական տեղակայման և գլանական կցափողի հանգույցի տեսքերը.
1- ապակե խողովակ, 2 - գլանական կցափող, 3 - խցանային փական, 4 - սնող խողովակ, 5 - ավազան**

Փորձական ուսումնասիրությունը կատարվել է երկու խմբաքանակով՝ հեղուկի մակարդակի ընդհատվող իջեցումով՝ 1-ին խմբաքանակ, և անընդհատ իջեցումով՝ 2-րդ խմբաքանակ:

Փորձը կատարվում է հետևյալ հերթականությամբ. սնող խողովակով ապակե տարողությունում հաստատվում է հեղուկի մակարդակ, խցանային փականի արագ բացմամբ առաջացվում է արտահոսման գործընթաց և էլեկտրոնային ժամացույցով չափվում հեղուկի մակարդակի իջեցման ժամանակամիջոցը տվյալ տեղամասի համար:

Նյութեր և մեթոդներ

Գլանական տարողությունից դադարի վիճակից սպասվող արտահոսման դեպքում փոփոխական ճնշման և ժամանակի կախվածությունն ունի հետևյալ տեսքը [1]

$$t = \frac{2\Omega}{\mu A \sqrt{2g}} (\sqrt{H_0} - \sqrt{H}), \tag{1}$$

որտեղ H_0 -ն դադարի վիճակի $t = 0$ պահի ճնշումն է, H -ը ժամանակի $t = t_i$ պահի ճնշումը, Ω -ն և A -ն համապատասխանաբար, խողովակի և գլանական կցափողի կտրվածքների մակերեսներն են:

(1) հավասարման հաստատունները փորձասարքի համար կլինեն.

$$\Omega = \frac{\pi}{4} D^2 = 25,5 \text{ սմ}^2, \quad A = \frac{\pi}{4} d^2 = 1,27 \text{ սմ}^2:$$

Քանի որ ապակե խողովակը գլանական է, ապա բոլոր տեղամասերի հեղուկի սյան ծավալը կլինի նույնը և հավասար՝

$$W = \frac{\pi}{4} D^2 h = \frac{\pi}{4} 5,7^2 \cdot 100 = 2550 \text{ սմ}^3:$$

Ապակե խողովակի i -րդ տեղամասի կտրվածքում հեղուկի հոսանքի միջինացված ելքը և արագությունը համապատասխանաբար կլինեն՝

$$Q_i = W/t_i, \quad V_i = L/t_i, \quad (2)$$

հեղուկի արտահոսման միջինացված արագությունը գլանական կցափողից կլինի՝

$$V_0 = Q_i/A: \quad (3)$$

Քանի որ փոփոխական ճնշման տակ արտահոսման ակնթարթային ելքի չափումն անհնար է, ապա ելքի μ գործակցի միջինացված մեծությունն ընդունվում է անփոփոխ յուրաքանչյուր տեղամասի հեղուկի սյան համար և դրա մեծությունը որոշվում է (1) հավասարումից [4, 5]: Հեղուկի մակարդակի **ընդհատվող իջեցումով** փորձերի չափված մեծությունները և հաշվարկի արդյունքները զետեղված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1

Մակարդակի ընդհատվող իջեցումներով փորձերի արդյունքները

Տեղամաս	t, վ	Q, սմ ³ /վ	H ₀ , ս	H, ս	μ	V, սմ/վ	Re _{μ}	Re _{լց}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5-4	9,25	275,726	537	437	0,223	10,811	6162	28100
4-3	10,27	248,341	437	337	0,225	9,737	5550	25310
3-2	12,12	210,434	337	237	0,227	8,251	4703	21446
2-1	14,65	174,093	237	137	0,229	6,826	3891	17742
1-0	21,67	117,504	137	0	0,236	4,619	2633	12006

Աղ.1-ի 4 և 5 սյունակների H_0 և H մեծությունները տեղամասի սկզբնական և վերջնական ճնշումներն են, 8, 9 սյունակներինը՝ խողովակում և կցափողում Ռեյնոլդսի թվերը: Ծավալը, հայելու մակերեսը և անցքի մակերեսը համապատասխանաբար՝ $W=2550 \text{ սմ}^3$, $\Omega = 25,54 \text{ սմ}^2$, $A=1,27 \text{ սմ}^2$: Ուրեմն ապակե խողովակում հեղուկի հոսանքի շարժումը կատարվում է ողորկ տուրբուլենտության դիմադրության գոտում:

Հողվածում բերված փորձնական ուսումնասիրությունների արդյունքները լայն կիրառություն ունեն մեծ տարողություններից նավթամթերքի հանվող զանգվածը չափող համակարգի չափման ճշտության բարձրացնելու խնդրում: Ուսումնասիրությունները կատարվել են հենց այդ նպատակով:

Մակարդակի անընդհատ իջեցմամբ փորձերը կատարվել են հեղուկի սյան ողջ երկարության դադարի վիճակից միանգամայն արտահոսմամբ: Փականի բացման պահին միացվել են ապակե խողովակի բոլոր կտրվածքների ժամանակաչափերը, որոնց ցուցմունքներով որոշվել է յուրաքանչյուր սյան արտահոսման ժամանակամիջոցը, որպես $t=t_i-t_{i-1}$, որտեղ i -ն կտրվածքի համարն է: Աղ. 2-ում համեմատության համար բերված են խողովակի տեղամասերի արտահոսման չափված ժամանակամիջոցները հեղուկի մակարդակի **ընդհատվող** և **անընդհատ** իջեցմամբ փորձերի համար:

Աղյուսակ 2

Մակարդակի անընդհատ իջեցմամբ փորձերի արդյունքները

Տեղամաս	5-4	4-3	3-2	2-1	1-0	ΣT
Ընդհատվող իջեցում, վ	9,25	10,27	12,12	14,65	21,65	67,94
Անընդհատ իջեցում, վ	9,25	10,46	12,49	14,96	22,69	69,85

Ստացվեց, որ հեղուկի մակարդակի ընդհատվող իջեցմամբ արտահոսման գումարային ժամանակամիջոցը փոքր է անընդհատ իջեցմամբ ժամանակամիջոցից:

Արդյունքներ և քննարկում

Փորձնական հետազոտությամբ ստացված վերևում բերվող արդյունքը, այն է՝ հեղուկի մակարդակի ընդհատվող իջեցման դեպքում գլանական տարողության դատարկումն ավելի արագ է կատարվում, քան անընդհատ իջեցման դեպքում: Կասկածելի թվացող սույն պնդման իրավացիությունը բացատրելու համար դիմենք, մասնագիտական գրականության մեջ հայտնի, խողովակում դադարի վիճակից հեղուկի ճնշումային շարժման թափառքի խնդրին [6-9]: Կոշտ խողովակում անսեղմելի հեղուկի դադարի վիճակից արտահոսման արագությունն ըստ ժամանակի որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$t = \ln \frac{V_0+V}{V_0-V}, \quad V = V_0 \frac{e^{\frac{t}{\tau}}-1}{e^{\frac{t}{\tau}}+1}, \quad \tau = \frac{H_0}{V_0(1+\xi)}, \tag{4}$$

որտեղ V -ն հեղուկի արտահոսման արագությունն է կցափողում ժամանակի ընթացիկ պահին, V_0 -ն՝ հաստատված շարժման արագությունը, τ -ն՝ հիդրավլիկական համակարգը բնորոշող ժամանակի պարամետրը, ξ -ն՝ կցափողի տեղական դիմադրության գործակիցը, H_0 -ն հեղուկի յուրաքանչյուր սյան սկզբնական բարձրությունը 0-0 կտրվածքից:

Գլանական կցափողի դեպքում $\varphi = \mu$, հետևաբար

$$\varphi = \mu = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}}, \quad V_0 = \mu \sqrt{2gH_0} \Rightarrow \tau = \frac{\mu}{\sqrt{2g}} \sqrt{H_0} : \tag{5}$$

Հեղուկի յուրաքանչյուր սյան H_0 բարձրության և ելքի μ գործակցի աղ. 1-ում բերված արժեքների համար (4) հավասարությունով կարելի է գտնել 1% ճշտությամբ ժամանակի t_* պահը, երբ $V_{max} = 0,99 V_0$ ու ըստ (4)-ի առաջին և (5) բանաձևերի որոշել առավելագույն ակնթարթային արագությունները կցափողի ելքի կտրվածքում [10-12]:

Այսպես, 5-4 տեղամասի համար՝ $H_0=5,37$ ս, $\mu = 0,223$:

Կստացվի՝ $\tau = 0,114$ ս, $t = 5,3\tau = 0,61$ ս, $V_{max} = 0,99 \cdot 0,223 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 5,37} = 2,29$ ս/ս:

Ունենալով կցափողի կտրվածքի ակնթարթային արագությունը, անխզելիության հավասարումով որոշվում է հեղուկի յուրաքանչյուր տեղամասի ակնթարթային արագությունն ապակե խողովակում:

Ապակե խողովակում հեղուկի սյունների ակնթարթային արագություններն ու դրանց առաջացման ժամանակի պահերը բերված են աղ. 3-ում:

Աղյուսակ 3

Մակարդակի ընդհատվող և անընդհատ իջեցումով առաջացող ժամանակամիջոցների համեմատում

Հեղուկի սյուն	Սկզբնական ճնշումը, H , սս	Ելքի գործակիցը, μ	$t_* = 1,2\mu\sqrt{H_0}$, ս	$V_{max} = 0,99V_0$, սս/ս	$a = \frac{V_{max}}{t_*}$, սս/ս ²	Արտահոս. ժամանակամիջոցը, T , ս
5-4	537	0,223	0,61	11,38	18,35	9,25
4-3	437	0,225	0,56	10,19	18,19	10,27
3-2	337	0,227	0,51	9,10	17,84	12,12
2-1	237	0,229	0,42	7,71	18,36	14,65
1-0	137	0,236	0,33	6,02	18,24	21,65

Աղ. 4-ում բերված ֆիզիկական մեծությունների փոփոխությունն ըստ ճնշման նվազման ընթանում է հետևյալ կերպ. հեղուկի սյունների առավելագույն արագությունը՝ V_{max} -ը և դրա առաջացման ժամանակամիջոցը՝ t_* , նվազում են, իսկ հեղուկի սյունների արագացումը գրեթե մնում է հաստատուն:

Խողովակի յուրաքանչյուր տեղամասի հեղուկի սյան մակարդակի իջեցումը դադարի վիճակից սկսվում է դրական արագացմամբ, որը բերում է տվյալ տեղամասի արտահոսման ժամանակամիջոցի փոքրացման: Մյուս կողմից, հեղուկի ողջ սյան մակարդակի անընդհատ իջեցման դեպքում յուրաքանչյուր տեղամասի ստորին մակարդակը ձեռք է բերում սկզբնական արագություն, որը բերում է դարձյալ արտահոսման ժամանակամիջոցի կրճատման: Ուրեմն արտահոսման ժամանակամիջոցի փոքրացման վրա արագացման գործոնի ազդեցությունն առավել զգալի է, քան հեղուկի սյան սկզբնական արագության ձեռքբերումը:

Մասնագիտական գրականության մեջ փորձնական ճանապարհով լավագույնս ուսումնասիրված է մեծ ծավալի ավազանից արտահոսման գործակիցների կախվածությունը Ռեյնոլդսի թվից [1, 2]: Ակնհայտ է, որ այդ դեպքում ավազանի և անցքի կտրվածքների համար՝ $\Omega / A \gg 1$, որի դեպքում արհամարհվում է ավազանում հեղուկի հոսանքի կինետիկական էներգիան և ճնշման բաշխումն ընդունվում է հիդրոստատիկական օրենքով:

Սահմանափակ ծավալի ավազանից արտահոսման դեպքում վերևում բերված ընդունելությունը կարող է հանգեցնել զգալի անճշտության, քանի որ ավազանում, կախված Ω / A հարաբերության մեծությունից, առաջանում է բավականին զգալի արագություն:

Նավթամթերքի մեծ տարողության գլանական ավազաններից բենզինի բացթողումն իրականացվում է մակարդակի ընդհատվող իջեցումով, իսկ գրավիտացիոն ճնշումային խողովակաշարի դատարկման գործընթացը կարող է կատարվել մակարդակի անընդհատ և ընդհատվող իջեցումներով: Հետևաբար, փականի տվյալ բացվածության դեպքում կարևոր նշանակություն է ձեռք բերում դրա էլքի գործակցի փոփոխման վարքը:

Եզրակացություն

1. Ուղղաձիգ գլանական տարողության դատարկման ժամանակամիջոցը հեղուկի մակարդակի ընդհատվող իջեցմամբ փոքր է, քան մակարդակի անընդհատ իջեցմամբ :
2. Դադարի վիճակից հեղուկի մակարդակի ընդհատվող իջեցման դեպքում յուրաքանչյուր սյուն ձեռք է բերում գրեթե հաստատուն դրական արագացում, որի շնորհիվ՝ սկզբնական մեծ արագություն:
3. Հեղուկի սյան սկզբնական արագության առաջացման ժամանակամիջոցը մեկ կարգով փոքր է տվյալ սյան դատարկման ժամանակամիջոցից:

Գրականություն

- [1] Վ.Ս. Հովսեփյան, Հիդրավլիկա և աերոդինամիկայի տարրերը. Լույս, Երևան, 1988, 496 էջ:
- [2] И.И. Куколевский, Л.Г. Подвидз (ред.), Сборник задач по машиностроительной гидравлике, Машиностроение, Москва, 1972, 472 с.
- [3] Ա.Յա. Մարգարյան, Հիդրավլիկական հարված և խողովակաշարերի պաշտպանություն, ԵՃՇՊՀ հրատ., Երևան, 2010, 292 էջ:
- [4] Y. Kim, A. R. Simpson, M.F. Lambert, (2014). The Effect of Orifices and Blockages on Unsteady Pipe Flows. World Environmental and Water Resources Congress: Restoring Our Natural Habitat, 2007, May 15-19, Tampa, Florida, 10 p.
- [5] Temitayo Ewemoje and Habeeb A. Alabi, Investigating Discharge Behaviour of a Sharp-Edged Circular Orifice Flow under Low Head from Unsteady Experimental Procedure and Computational Fluid Dynamics. FUOYE Journal of Engineering and Technology 3(2) (September 2018) 7-11.
- [6] О.Ф. Никитин, Влияние давления на выходе из дросселирующего элемента на коэффициенты истечения. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение 6 (2018) 125–138, DOI: 10.18698/0236-3941-2018-6-125-138.
- [7] О.Ф. Никитин, Рабочие жидкости и уплотнительные устройства гидроприводов. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2013, 284 с.
- [8] О.Ф. Никитин, Влияние противодавления на коэффициент расхода дросселирующего элемента. Инженерный журнал: наука и инновации 4 (16) (2013), DOI: 10.18698/2308-6033-2013-4-691.
- [9] C. Massari, M. Ferrante, B. Brunone, S. Meniconi, Is the leak Head-Discharge Relationship in Polyethylene Pipes a Bijective Function? J. Hydr. Res. 50 (2012) 409–417.

- [10] **J.H. May**, Leakage, Pressure and Control. In: Proceedings of the BICS International Conference Leakage Control Investing in Underground Assets. The SAS Portman Hotel, London, 1994.
- [11] **J. Schwaller, J.E. Van Zyl, A.M. Kabaasha**, Characterising the Pressure-Leakage Response of Pipe Networks Using the FAVAD Equation. Water Sci. Technol. Water Supply 15(6) (2015) 1373–1382.
- [12] **E.N. Ssozi, B.D. Reddy, J.E. Van Zyl**, Numerical Investigation of the Influence of Viscoelastic Deformation on the Pressure-Leakage Behavior of Plastic Pipes. Journal of Hydraulic Engineering 142(3) (2016).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЫХОДА УТЕЧКИ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ДАВЛЕНИИ

**Альберт Яхшибекович Маркарян, Армине Арцруновна Геворгян* ,
Марианна Погосовна Акопян, Эрик Араикович Одабашян, Арман Арменович Аветисян**

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

**armine.gev@gmail.com*

В статье рассмотрен динамический характер изменения коэффициента истечения жидкости из вертикального прохода насадки цилиндрической открытой емкости в зависимости от падения уровня жидкости. В случае вытекания из открытой емкости конечного объема свободная поверхность жидкости со временем уменьшается, следовательно, давление со временем падает. Уменьшение производительности утечки со временем при переменном давлении, очевидно, связано с уменьшением давления, а изменение коэффициента производительности часто упускается из виду. Таким образом, при определении временного интервала опорожнения бассейнов величина коэффициента выхода принимается постоянной. При нестационарном движении жидкости под давлением мгновенная мощность обычно определяется давлением в данный момент времени по закону движения. В частности, коэффициент расхода для определения интервала опорожнения бассейна обычно принимают постоянным и равным коэффициенту расхода при постоянном давлении.

Ключевые слова: *нестационарное давление, истечение из отверстия, время опорожнения, течение жидкости, цилиндрическая насадка, число Рейнольдса*

EXPERIMENTAL STUDY OF THE BEHAVIOR OF THE OUTPUT LEAKAGE COEFFICIENT AT VARIABLE PRESSURE

**Albert Margaryan, Armine Gevorgyan*, Marianna Hakobyan, Erik Hodabashyan,
Arman Avetisyan**

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

**armine.gev@gmail.com*

This paper discusses the dynamic character of the of the coefficient of liquid outflow from a vertical pass checker of the cylindrical open container depending on the drop of the liquid level. In the case of leakage from an open container of finite volume, the free surface of the liquid decreases with time, therefore the

pressure decreases with time. The decrease in leakage output with time under variable pressure is obviously related to the decrease in pressure, and the change in output coefficient is often overlooked. Thus, when determining the time interval for emptying the basins, the size of the output coefficient is taken as a constant. In unsteady movement of fluid under pressure, the instantaneous power is usually assumed to determine through the pressure at the given moment of time according to the law of motion. In particular, when determining the drainage interval of the reservoir, the discharge coefficient is usually assumed to be steady-state and equal to the outflow coefficient under constant pressure.

Keywords: unsteady pressure, outflow from an opening, discharge interval, fluid flow, cylindrical checker, Reynolds number

Մարգարյան Արթուր Յաշխրեկի, տ.գ.դ., պրոֆեսոր (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Ջրային համակարգերի, հիդրոտեխնիկայի և հիդրոէներգետիկայի ամբիոն, (+374)91472725, margaryan@gmail.com, **Գևորգյան Արմինե Արծրունու, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Ջրային համակարգերի, հիդրոտեխնիկայի և հիդրոէներգետիկայի ամբիոն, (+374)91516021, armine.gev@gmail.com, **Հակոբյան Մարիաննա Պողոսի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Ջրային համակարգերի, հիդրոտեխնիկայի և հիդրոէներգետիկայի ամբիոն, (+374)98772203, marianna_hakobyan@bk.ru, **Հոդաբաշյան Էրիկ Արայիկի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Ջրային համակարգերի, հիդրոտեխնիկայի և հիդրոէներգետիկայի ամբիոն, մագիստրոս, (+374)7739059, erik.hodabashyan98@mail.ru, **Ավետիսյան Արման Արմենի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Ջրային համակարգերի, հիդրոտեխնիկայի և հիդրոէներգետիկայի ամբիոն, մագիստրոս, (+374)55588085, avetisyanarman01@gmail.com

Маркарян Альберт Яхшибекович, доктор техн. наук, профессор (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Водных систем, гидротехники и гидроэнергетики, (+374)91472725, margaryan@gmail.com, **Геворгян Армине Арцруновна, канд. техн. наук, доцент** (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Водных систем, гидротехники и гидроэнергетики, (+374)91516021, armine.gev@gmail.com, **Акопян Марианна Погосовна, канд. техн. наук, доцент** (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Водных систем, гидротехники и гидроэнергетики, (+374)98772203, marianna_hakobyan@bk.ru, **Одабашян Эрик Араикович** (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Водных систем, гидротехники и гидроэнергетики, магистр, (+374)7739059, erik.hodabashyan98@mail.ru, **Аветисян Арман Арменович** (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Водных систем, гидротехники и гидроэнергетики, магистр, (+374)55588085, avetisyanarman01@gmail.com

Margaryan Albert, Doctor of Science (engineering), Professor (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Water Systems, Hydraulic Engineering and Hydropower, (+374) 91472725, margaryan@gmail.com, **Gevorgyan Armine, doctor of Philosophy (Ph.D) in engineering, Associate Professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Water Systems, Hydraulic Engineering and Hydropower, (+374) 91516021, armine.gev@gmail.com, **Hakobyan Marianna, doctor of Philosophy (Ph.D) in engineering, Associate Professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Water Systems, Hydraulic Engineering and Hydropower, (+374)98772203, marianna_hakobyan@bk.ru, **Hodabashyan Erik** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Water Systems, Hydraulic Engineering and Hydropower, Master, (+374)7739059, erik.hodabashyan98@mail.ru, **Avetisyan Arman** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Water Systems, Hydraulic Engineering and Hydropower, Master, (+374)55588085, avetisyanarman01@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 29.05.2024թ.

Գրախոսվել է՝ 19.06.2024թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.08.2024թ.