



**ԱԳՐՈՂԻՏՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ**  
Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան  
AGRICSCIENCE AND TECHNOLOGY АГРОНАУКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Միջազգային գիտական  
պարբերական

ISSN 2579-2822



Կայքէջ՝ [anau.am/scientific-journal](http://anau.am/scientific-journal)

ՀՏԴ 628.16.067.1

## ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՅԻ ՄՈՂԵԼԱԿՈՐՄԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ ԷԿՐԱՆՈՎ ԵՎ ԱՆՋՐԱԹԱՓԱՆՑ ՀԻՄՔՈՎ ԲԱՐԱՅՈՂԱՅԻՆ ՊԱՏՎԱՐԻ ԴԵՊՔՈՒՄ

**Գ.Մ. Եղիազարյան գ.գ.դ., Ե.Յ. Բաղդասարյան**  
Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան  
[yeghiazaryangurgen@gmail.com](mailto:yeghiazaryangurgen@gmail.com), [baghdasaryan.ereem@mail.ru](mailto:baghdasaryan.ereem@mail.ru)

### Տ Ե Ղ Ե Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

**Բանալի բառեր՝**  
*քարահողային պատվարներ,  
ֆիլտրացիա,  
ճնշման գրադիենտ,  
դեպրեսիոն կոր,  
անջրաթափանց հիմք*

### Ա Մ Փ Ո Փ Ա Գ Ի Ր

Չորս տարբերակով կատարված հետազոտությունների հիման վրա որոշվել է Էկրանով, անջրաթափանց հիմքով քարահողային պատվարների վերին և ներքին բիեֆներում ջրի մակարդակների փոփոխության ազդեցությունը ֆիլտրացիոն գործընթացների վրա: Երկրաչափական մոդելավորմամբ համադրվել են հակաֆիլտրացիոն տարրերի հաշվարկային պարամետրերը և տեսական հաշվարկային բանաձևով ստացված տվյալները: Կառուցված դեպրեսիոն կորի վերլուծությամբ գնահատվել է հակաֆիլտրացիոն Էկրանի ազդեցությունը ֆիլտրացիայի միջին արագության և ֆիլտրացիոն ելքերի վրա:

### Նախաբան

Քարահողային պատվարները կոնստրուկտավորված են հակաֆիլտրացիոն տարրերով և ջրամբարաշինարարությունում կիրառվող ամենահուսալի հիդրոտեխնիկական կառուցվածքներից են: Կառուցվել են դեռևս XVI-XVII դարերում: Եգիպտոսում հայտնաբերվել են անգամ Զ.ա. 300 թվականի նմանատիպ հիդրոտեխնիկական կառուցվածքներ: Այս տիպի պատվարները մյուսների համեմատությամբ ունեն մի շարք առավելություններ: Դրանք կառուցվում են գետերի հուններից արդյունահանված ցանկացած տիպի գրունտներից, ինչպես նաև լեռնային զանգվածներից, հողմահարված ապարներից և այլ քարայրաքարերից: Հաշվարկանախագծային ոչ բավարար մեթոդների պատճառով հիմնականում նախագծվում և կառուցվում են արտադրությունում արդեն շահագործվող պատվարների կոնստրուկտորական փորձի հիման վրա:

Քարահողային պատվարները, ըստ կոնստրուկցիայի, լինում են կենտրոնական և թեք միջուկներով, Էկրանով: Դրանք ծավալով ավելի փոքր են:  $\frac{b}{H} = 0,2-1,0$  դեպքում միջուկը բարակ է,  $\frac{b}{H} > 1$  դեպքում՝ հաստ: Բարակ միջուկները գրեթե չեն ենթարկվում դեֆորմացիաների: Առավել օպտիմալ է, եթե  $\frac{b}{H} = 0,3-0,7$ : Էկրանով պատվարների դեպքում ցանկալի է, որ հարաբերությունը փոփոխվի 0,1-0,5 սահմանում (*b*-ն Էկրանի հաստությունն է):

Քարահողային պատվարները կառուցվում են առանց բերմաների: Շեպերը չեն ամրաձածկվում, մեծ քարերը տեղադրվում են վերին շեպի հատվածում: Ընդհանուր առմամբ կառուցվում են նեղ ձորերում (Ա.Բ. Բաղդասարյան, 1986, Դ.Մ. Жырвалёв, 1979): Դրանք լինում են՝ - քարալիցքային՝ ամրացված հավելանյութերով,

- քարերի անշաղախ (չոր) շարվածքով՝ շարքերի ճշգրիտ դասավորվածությամբ,
- կիսաքարալիցքային՝ վերին մասն անշաղախ շարվածքով, ստորին մասը՝ քարե լիցքով,
- քարահողային՝ կառուցապատված տարբեր չափերի հողագրունտներով և քարով:

Հազվադեպ կառուցվում են բետոնային պատերով պատվարներ: Բոլոր տիպի պատվարներն ունենում են սեղանաձև կտրվածք: Հիմնավոր նախագծման և կառուցման աշխատանքներն արդյունավետ իրականացնելու համար պետք է ուշադրություն դարձնել հատկապես տեղական կյուրթերից պատրաստվող քարահողային պատվարների ֆիլտրացիոն ամրությանը, մասնավորապես՝ հիմքի և ափերի հետ պատվարի միացման հուսալիությանը: Ուստի քարահողային պատվարների ֆիլտրացիայի ուսումնասիրությունը կատարվել է մոդելավորման եղանակով (Գ.И. Жыравлѐв, 1979, М.М. Гришин, 1962):

**Նյութը և մեթոդները**

Փորձարարական հետազոտություններն իրականացվել են քարահողային պատվարների ֆիլտրացիոն գործընթացների վրա ֆիլտրացիոն ելքերի, դեպրեսիոն կորի, հակաֆիլտրացիոն տարրերի, մասնավորապես՝ Էկրանի ազդեցությունն ուսումնասիրելու նպատակով: Հաշվարկները կատարվել են հիդրավիկական մեթոդով: Վերջինս թույլ է տալիս փորձնական ճանապարհով կառուցել դեպրեսիոն կոր, որոշել ֆիլտրացիայի միջին արագությունը, ճնշման գրադիենտը, խուսափել բավական բարդ հավասարումների՝ հիդրոմեխանիկական ճանապարհով լուծումներից, որոնք հաճախ գործնական առումով չեն ապահովում բավարար ճշգրտություն:

Անջրաթափանց հիմքի վրա տեղակայված Էկրանով քարահողային պատվարի մարմնով ֆիլտրացիայի

հաշվարկային սխեման ներկայացված է նկար 1-ում:

Ըստ Ն.Ն. Պավլովսկու մեթոդի՝ քարահողային պատվարների մարմնով ֆիլտրացիայի հաշվարկը կատարվում է հետևյալ բանաձևերով.

$$q_{\omega} = K_{\omega} \frac{H_1^2 - h_t^2 - z^2}{2\partial_{\text{փք}} \sin \theta}, \tag{1}$$

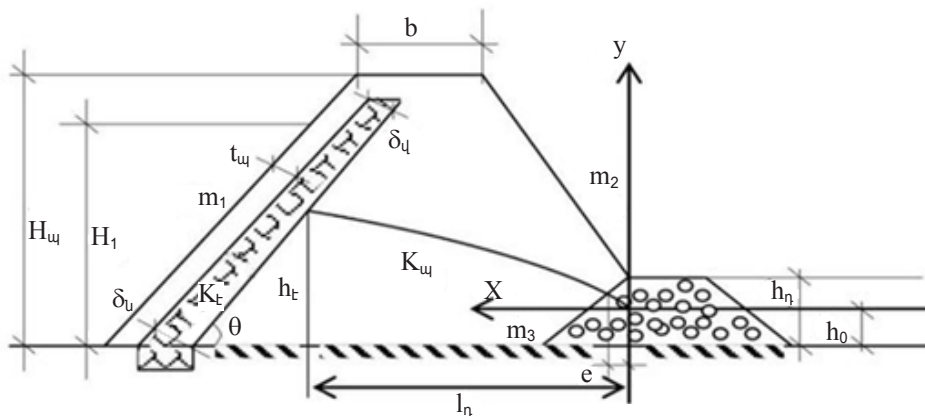
$$q_{\omega} = K_{\omega} \frac{h_t^2 - h_0^2}{2l_n}, \tag{2}$$

$$y^2 = \frac{(h_t - h_0)^2}{l_n} x, \tag{3}$$

$$l_n = m_1(H_{\omega} - h_t) + b + m_2(H_{\omega} - h_n) - m_3(h_n - h_0) + e - \frac{\partial_{\text{փք}} + \tau_{\omega}}{\sin \theta}, \tag{4}$$

որտեղ  $m_1$ -ը վերին շեփի թեքվածքն է,  $m_2$ -ը՝ ներքին շեփի թեքվածքը,  $\partial_{\text{փք}}$ -ը՝ Էկրանի միջին հաստությունը,  $H$ -ը՝ ջրի խորությունը վերին բիեֆում,  $h_t$ -ն՝ ջրի խորությունը դեպրեսիոն կորի և Էկրանի ներքին շեփի հատման կետում,  $h_0$ -ն՝ ջրի խորությունը ներքին բիեֆում,  $l_n$ -ն՝ հեղուկի հոսքի անցած ճանապարհը,  $y$ -ը՝ դեպրեսիոն կորի օրդինատը,  $K_{\omega}$ -ն՝ ֆիլտրացիայի գործակիցը:

Քարահողային պատվարների հակաֆիլտրացիոն տարրերի արդյունավետության գնահատման նպատակով իրականացվել են լաբորատոր հետազոտություններ. նմանության և չափողականության տեսության հիման վրա նախապես մոդելավորվել է քարահողային պատվարների մարմնով ֆիլտրացիան (Է.А. Замарин, В.В. Фандеев, 1960, М.М. Гришин, 1962):

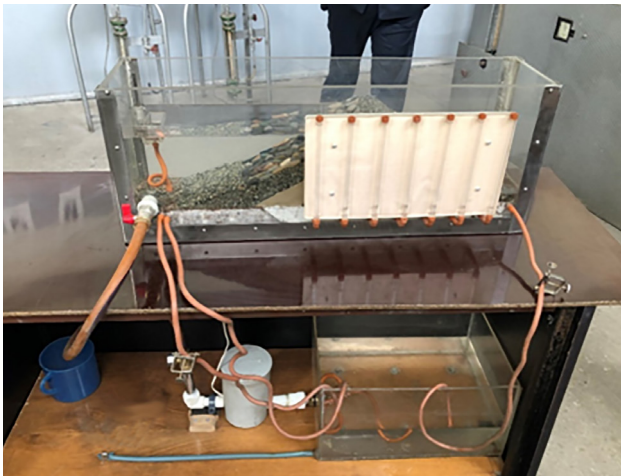


**Նկ. 1.** Էկրանով և անջրաթափանց հիմքով քարահողային պատվարի մարմնով ֆիլտրացիայի հաշվարկային սխեման (կազմվել է հեղինակների կողմից):

**Արդյունքները և վերլուծությունը**

Առաջարկվող փորձասարքը (նկ. 2) հնարավորություն է տալիս ֆիլտրացիոն ելքերը գնահատել ըստ տարբեր հակաֆիլտրացիոն տարրերի, վերին և ներքին բիեֆների տարբեր ճնշումների, հիդրավիկական գրադիենտի տարբեր արժեքների դեպքում ստանալ դեպրեսիոն կորը: Այն բաղկացած է աշխատանքային կառավարման սեղանից, ջրամատուցման հանգույցից, պատվարի մոդելավորման ապակե վաքից և պիեզոչափի սանդղակից:

Աշխատանքային-կառավարման սեղանի վերին հարթակի վրա տեղադրված է ապակեպատ վաքը (չափիչ սանդղակով), իսկ ստորին հարթակի վրա՝ մաքուր ջրի ավազանը (ջրամատուցման պոմպով): Փորձասարքը հնարավորություն է տալիս մեկ ջրավազանից ջրամա-



Նկ. 2. Փորձասարքի ընդհանուր տեսքը:

տուցման սխեմայով փորձարկումներ իրականացնել տարբեր տիպի մոդելային պատվարների վրա: Ապակեպատ վաքում տեղադրված պատվարի ընդլայնական կտրվածքի մոդելի գրունտի բաղադրությունը և մասնիկների չափերն ընտրված են երկրաչափական մոդելավորման հիման վրա:

Գրունտի մասնիկների անհամասեռությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}},$$

որտեղ  $d_{60}$  և  $d_{10}$ -ն այն մասնիկների տրամագծերն են, որոնցից ավելի փոքր մասնիկները գրունտում կազմում են համապատասխանաբար 60 և 10 %:

Եթե  $h \leq 3$ , ապա գրունտը գործնականում համասեռ է:

Գրունտի հատիկաչափական կազմի համաձայն՝

- ուսումնասիրվող պատվարը քարահողային է, այսինքն՝ գրունտում գերակշռում է քարային զանգվածը,
- ամենախոշոր քարի տրամագիծը 2 մ է,
- երկրաչափական մոդելավորման մասշտաբը կազմում է 1:500,
- գրունտը համասեռ է,
- որպես հակաֆիլտրացիոն տարր է ծառայում կավե էկրանը:

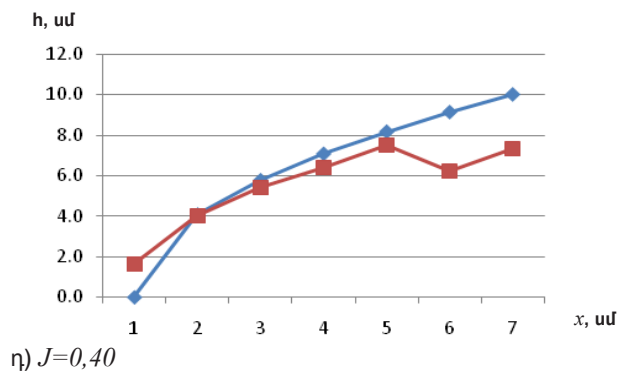
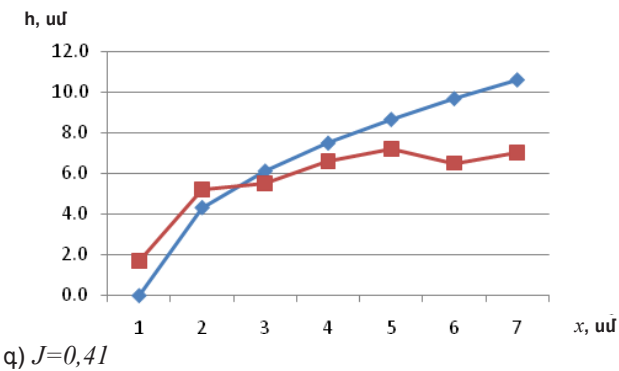
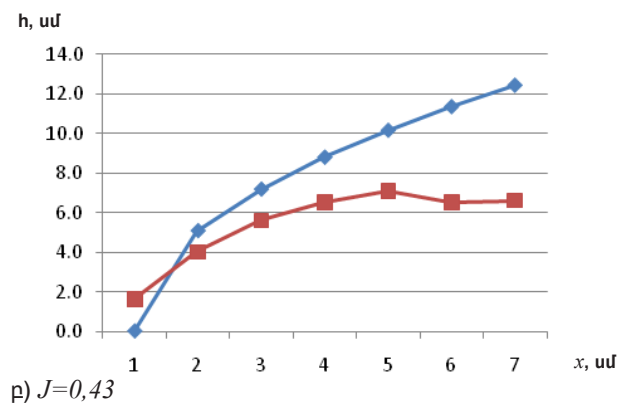
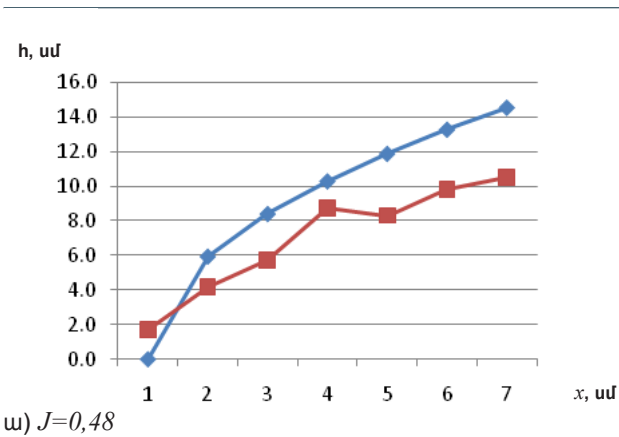
Այսպիսով՝ ուսումնասիրվող մոդելի գրունտը կազմված է հետևյալ համամասնությամբ ավազային խառնուրդից. 3...4 մմ՝ 3 մաս, 1...3 մմ՝ 6 մաս,  $\leq 1$  մմ՝ 1 մաս:

Վերին բիեֆում ջրի մակարդակն ըստ տարբերակների փոփոխելու և փորձի ընթացքում հաստատուն պահելու նպատակով ձողի վրա ամրացված է շարժական ջրթափ: Ներքին բիեֆում ջրի մակարդակը պահվում է հաստատուն, ֆիլտրացիոն ելքերը ծավալային եղանակով գնահատվում են ջրահեռացման կցափողով:

**Աղյուսակ. Փորձերի չափումների և հաշվարկների արդյունքները\***

Տարբերակներ	$H_1$	$H_2$	$h_1$	$h_2$	$d$	$W$	$t$	$Q$	$q_m$	$w$	$V$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_6$	$y_7$
I	13,6	0,8	2,5	10,5	0,9	600	80	7,5	0,47	40,1	0,19	6,3	6,6	7,1	6,7	5,7	4,2	1,7
II	13,0	0,7	2,6	10,0	1,5	880	120	7,4	0,46	41,6	0,18	6,6	6,5	7,1	6,5	5,6	4,0	1,6
III	12,5	0,5	2,8	9,2	2,0	1000	140	7,2	0,45	44,8	0,16	7,0	6,5	7,2	6,6	5,5	5,2	1,7
IV	12,0	0,4	3,1	8,7	2,5	990	142	7,0	0,44	49,6	0,14	7,3	6,2	7,5	6,4	5,4	4,0	1,6

\*Կազմվել է հեղինակների կողմից:



Նկ. 3. Ղեպրեսիոն կորն ըստ ճնշման տարբեր գրադիենտների.  
 1 - տեսական հաշվարկներ, 2 - փորձնական արդյունքներ  
 (կազմվել է հեղինակների կողմից):

Պիեզոչափի սանդղակը կազմված է յոթ պիեզոչափերից, որոնք ճկուն փողրակներով միացած են միմյանցից 5 սմ հեռավորությամբ տեղակայված դրենաժային տվիչներին: Պիեզոչափերի սանդղակի ցուցմունքների հիման վրա գործնականում կարելի է կառուցել պատվարի մարմնով ֆիլտրացիայի հետագիծը՝ ղեպրեսիոն կորը:

Չետագոտություններով որոշվել են համասեռ քարահողային եկրանով պատվարի մոդելի վերին և ներքին բիեֆներում ջրի մակարդակների փոփոխության ազդեցությունը ֆիլտրացիոն գործընթացի վրա՝ ղեպրեսիոն կորը, ինչպես նաև ֆիլտրացիոն ելքը և ֆիլտրացիոն հոսքի արագությունը ներքին շեպից դուրս գալու հատվածում:

Փորձերը կատարվել են չորս տարբերակով. չափումները և հաշվարկային արդյունքները գրանցված են աղյուսակում: Տարբերակների ղեպրեսիոն կորերը ներկայացված են նկար 3-ում:

Ընդունված են չափումների և գրանցումների հետևյալ նշանակումները.

- պատվարի բարձրությունը՝  $H_w=14,5$  սմ,
- պատվարի երկարությունը՝  $a=16$  սմ,
- ջրի խորությունը վերին բիեֆում՝  $H_1$ , սմ,
- ջրի խորությունը ներքին բիեֆում՝  $H_2$ , սմ,
- ղեպրեսիոն կորի օրդինատը ներքին շեպից դուրս գալու հատվածում՝  $h_1$ , սմ,
- ղեպրեսիոն կորի օրդինատը երրորդ սեպում՝  $h_2$ , սմ,
- պատվարի գագաթի բարձրությունը վերին բիեֆի ջրի մակարդակից՝  $d=H_w-H_1$ , սմ,
- ֆիլտրացվող ջրի ծավալը՝  $W$ , սմ<sup>3</sup>,
- ֆիլտրացիայի տևողությունը՝  $t$ , վ,
- ֆիլտրացիոն ելքը՝  $Q=W/t$ , սմ<sup>3</sup>/վ,
- ֆիլտրացիայի տեսակարար ելքը՝  $q_w=Q/a$ , սմ<sup>3</sup>/վ·սմ,
- ֆիլտրացիոն հոսքի կենդանի կտրվածքի մակերեսը ներքին շեպից դուրս գալու հատվածում՝  $\omega=h_1 \cdot a$ , սմ<sup>2</sup>,
- ֆիլտրացիոն հոսքի արագությունը ներքին շեպից դուրս գալու հատվածում՝  $V=Q/\omega$ , սմ/վ,
- ղեպրեսիոն կորի կոորդինատները՝  $y_n$ , սմ:

**Եզրակացություն**

Քարահողային եկրանով պատվարի երկրաչափական մոդելավորման համաձայն՝ ճնշման գրադիենտի տարբեր արժեքների, ֆիլտրացիոն ելքերի և ղեպրեսիոն կորի հիման վրա հնարավոր է փորձնական ճանապարհով որոշել ու նախագծել քարահողային պատվարների հակաֆիլտրացիոն տարրերի հաշվարկային պարամետրերը և դրանք համադրել տեսական հաշվարկային քանակներով ստացված տվյալների հետ:

Մշակված մոդելը հնարավորություն է տալիս ճշգրտությամբ հաշվարկել քարահողային պատվարների մարմնով ֆիլտրացիան և դրա ազդեցությունը ջրամբարային հիդրոհանգույցի առանձին կառուցվածքների հաշվարկային պարամետրերի վրա:

#### Գրականություն

1. Բաղդասարյան Ա.Բ. Հիդրոտեխնիկական կառուցվածքներ. - Եր., 1986. - 477 էջ:
2. Журавлев Г.И. Гидротехнические сооружения. - М., 1979. - 419 с.
3. Замарин Е.А., Фандеев В.В. Гидротехнические сооружения. - М., 1960. - 623 с.
4. Гришин М.М. Гидротехнические сооружения. - М., 1962. - 759 с.

#### АННОТАЦИЯ

##### Результаты моделирования фильтрации при каменно-грунтовой запруде с экраном и водонепроницаемым основанием

На основании исследований, проведенных четырьмя способами, определено воздействие изменения уровня воды на фильтрационные процессы на верхнем и нижнем бьефах каменно-грунтовой запруды с экраном и водонепроницаемым основанием. Геометрическим моделированием сопоставлены расчетные параметры антифильтрационных элементов и данные, полученные по теоретической расчетной формуле.

Путем анализа построенной депрессионной кривой оценено воздействие антифильтрационного экрана на среднюю скорость фильтрации и на фильтрационные выходы.

#### ABSTRACT

##### The Results of Filtration Modeling in Case of Earth-and-Rock-Fill Dam with Screen and Water Permeable Base

Based on the investigations conducted with four variants, the impact of water level changes on the filtration processes in the head and tail ponds of the earth-and rock-fill dams with screen and water permeable base has been determined. The computation parameters of anti-filtration elements and the data received through the calculation formula have been opposed upon the geometric simulation.

By the analysis of the designed depression curve the impact of anti-filtration screen on the average filtration speed and its seepages has been evaluated.

Ընդունվել է՝ 11.11.2019 թ.  
Գրախոսվել է՝ 18.12.2019 թ.