

**ՀՀ ՍՏՈՐԵԿԿՐՅԱ ԶՐԵՐԻ ԳՈՐԾՈՂ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻՑ ԼՐԱՑՈՒՑԻՉ ԶՐԱՈՒԻ
ՀԻՄՆԱՎՈՐՈՒՄ ԵՎ ԴՐԱ ՇԱՀԱԳՈՐԾԱԿԱՆ ՊԱՇԱՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ**

Հաշվի առնելով հանրապետությունում ջրի զգալի պահանջը, լուծված է կանխատեսման խնդիր Արևիկի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրից լրացուցիչ ջրառի հիմնավորման, դրա քանակի և առկա շահագործական պաշարի գնահատման նպատակով: Խնդիրը լուծված է մաթեմատիկական մոդելավորման մեթոդով՝ օգտագործելով համակարգչային հաշվարկային «Տոպագ» ծրագիրը: Մոդելավորման արդյունքով որոշվել է ջրառի լավագույն տարբերակը: Այն է՝ ջրառի ընդհանուր քանակը մոտ 805 լ/վ, որից լրացուցիչ ջրառի քանակը՝ մոտ 480 լ/վ և հետազոտման ժամանակահատվածում դիտարկված շահագործական պաշարի մեծությունը՝ մոտ 1000 լ/վ:

Առանցքային բառեր. ստորերկրյա ջրերի հանքավայր, շահագործական պաշար, հորեր, ջրառ, թույլատրելի իջեցում, մաթեմատիկական մոդելավորում

«ՀՀ ջրային համակարգերի և ջրային ռեսուրսների արդյունավետ օգտագործմանն ուղղված միջոցառումների մշակում» ծրագրային առաջադրանքի կատարման շրջանակներում Արևիկի հանքավայրի հետազոտման նպատակով կանխատեսման խնդրի լուծումը մաթեմատիկական մոդելավորմամբ նախորդ աշխատանքի շարունակությունն է (երկրորդ փուլը) [1]:

Խորքային հորերը հանքավայրի տարածքում բացահայտել են գրունտային և ճնշումային ջրերի երկու հորիզոն, բաժանված թույլ թափանցելի բաժանարար շերտով (նկ.1, [1]): Խնդրի լուծման համար անհրաժեշտ ջրաերկրաբանական, երկրաֆիզիկական և այլ հետազոտական աշխատանքներից ստացված բոլոր բնութագրերը վերցված են [1]-ից: Հաշվարկային մեթոդով ստացված է հանքավայրի ստորերկրյա ճնշումային ջրերի մակարդակների թույլատրելի իջեցումների մեծությունները՝ մոտ 17,5...19,1 մ, հաշվի առնելով նաև ջրառ հորատանցքերի մեջ տեղադրված պոմպերի աշխատանքի անվտանգության հետ կապված ջրի սյան բարձրությունը 5...10 մ: Ստորերկրյա ջրերի ստատիկ մակարդակների բացարձակ նիշերը տատանվում են 1527-ից մինչև 1493 մ:

Հայտնի է, որ ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի շահագործման պաշարների գնահատման հավաստիությունը կախված է հաշվարկային երկրաֆիլտրացիայի սխեմայից, ջրաերկրաբանական բնութագրերի որոշման ճշտությունից, սկզբնական և եզրային պայմաններից: Հատուկ ուշադրություն է պահանջվում հանքավայրի երկրաֆիլտրացիայի սխեմայի ճիշտ կազմումը և հիմնավորումը, որը պետք է ընդհանրացնի համալիր սկզբնական նյութերի ներքին կառուցվածքը և եզրային պայմանները: Խնդրի լուծման համար իրականացվել է հանքավայրի տարածքի ջրաերկրաբանական սխեմայացումը (պարզեցումը) և անցումը

երկրաֆիլտրացիոն դաշտի հաշվարկային սխեմային: Դրանց մեծությունների ճշգրտման նպատակով օգտագործվել է հիդրոդինամիկ մեթոդը մաթեմատիկական մոդելավորման մեթոդի հետ համատեղ: Այսինքն ձևավորվել է հանքավայրի սկզբնական հիդրոդինամիկ-մաթեմատիկական մոդելը:

Մաթեմատիկական մոդելավորման ժամանակ օգտագործված հաշվարկային «Տոպագ» ծրագիրը թույլ է տալիս հետազոտվող հանքավայրի տարածքի մակերեսը փոխադրահայաց գծերով (x,y) բաժանել մինչև 2000 բլոկների: Այսինքն, ցանկացած երկրաֆիլտրացիոն դաշտի շերտերի համար կունենանք նույնպես, անկախ բլոկի չափսերից, վերը նշված քանակի դիտարկման կետեր: Արևիկի հանքավայրից նախկինում կատարված փորձնական ջրառման ժամանակ ցանցի 25 հորատանցքերը տեղաբաշխված են եղել իրարից 400...600 մ հեռավորության վրա:

Օգտագործելով «Տոպագ» ծրագրի հնարավորությունները և բլոկի չափսերը դարձնելով 200 մ ($\Delta X \approx \Delta Y$), կստանանք՝ նախ հորերի միջտարածքի վրա, չխախտելով նրանց միջև հեռավորությունը, լրացուցիչ մեկից երկու դիտակետ, իսկ հանքավայրի տարածքում մոտ երկու անգամ ավելի և հետևաբար՝ խնդրի լուծման ընթացքում ճշգրտված արդյունքներ:

Դիտարկված խնդրի մաթեմատիկական մոդելավորումն իրականացվել է ոչ ստացիոնար ֆիլտրացիայի մասնակի ածանցյալներով դիֆֆերենցիալ հավասարումների համակարգի լուծմամբ (ոչ համասեռ եռաշերտ երկրաֆիլտրացիոն միջավայրում), համապատասխան սկզբնական և եզրային պայմանների համար [2, 3]՝

$$\begin{aligned} \mu_1 \frac{\partial H_1}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(T_1 \frac{\partial H_1}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T_1 \frac{\partial H_1}{\partial y} \right) + K_F \frac{H_2 - H_1}{m_F}, \\ \mu_2 \frac{\partial H_2}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(T_2 \frac{\partial H_2}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T_2 \frac{\partial H_2}{\partial y} \right) - K_F \frac{H_2 - H_1}{m_F} - q_h, \end{aligned}$$

որտեղ H_1 H_2 -ը համապատասխանաբար ոչ ճնշումային և ճնշումային ջրերի մակարդակներն են, (մ); T_1 , T_2 և μ_1 , μ_2 -ը՝ համապատասխանաբար այդ հորիզոնների ջրահաղորդականության ($l^2/օր$) և ջրատվության ու առաձգական ջրատվության գործակիցները, K_F , m_F -ն՝ թույլ թափանցելի բաժանարար շերտի ֆիլտրացիայի գործակիցը, m_F -ն՝ դրա հզորությունը:

Սկզբնական պայմաններն են՝ $t=0$, $H_1=H_{1,0}(x,y,0)$, $H_2=H_{2,0}(x,y,0)$, եզրային պայմանները՝ $t>0$, $r=r_c$ -ներքին (հորատանցքերով) բլոկներում տրված է

$$2\pi T_2 r h \frac{\partial H_2}{\partial r} = -Qh = \text{const},$$

իսկ ֆիլտրացիայի տիրույթի եզրային բլոկներում՝

$$\frac{\partial H_1}{\partial n} = 0; \quad \frac{\partial H_2}{\partial n} = 0 \quad \text{և} \quad H_1 = H_1(x, y, t), \quad H_2 = H_2(x, y, t).$$

Քանի որ դիտարկված խնդրի լուծման համար նշված 25 հետախուզական-շահագործական (ՇՇ) հորերով փորձնական ջրառից ստացված ջրաերկրաբանական բնութագրերը բավարար չեն հանքավայրի ամբողջ տարածքի համար, մոդելավորման մեթոդով լուծված է հակադարձ խնդիր. երկրաֆիլտրացիոն դաշտում (մոդելի վրա) փոփոխվել է ջրահաղորդականության և

ջրատվության գործակիցների մեծություններն այնքան, մինչև չեն ստացվել բնականին մոտ ճնշումային ջրերի մակարդակներ ողջ տարածքի համար: Այսինքն, կատարվել է ստեղծված մաթեմատիկական մոդելի ճշգրտում՝ նույնականացվել են մոդելի և տարածքի բնական պայմանները: Հակադարձ խնդրի լուծման (մոդելավորման) արդյունքում ստացված հանքավայրի երկրաֆիլտրացիոն դաշտի (մոդելի) ստուգման նպատակով առաջին տարբերակով լուծվել (մոդելավորվել) է ջրառի խնդիրը: Հիմքում դրվել է գոյություն ունեցող 25 հորատանցքերն իրենց ելքերով, որոնք տատանվում են 10...25 լ/վ և 27...35 լ/վ, 557 լ/վ գումարային ելքը և 3 օրվա ջրառման ժամանակահատվածը: Ընդ որում մոդելի վրա լուծումը դիտարկվել է նաև 30 օր, 180 օր և մեկ տարի ջրառումից հետո:

Մոդելավորման արդյունքում երեք օրվա ջրառումից հետո հորերում ստացված ճնշումային ջրերի մակարդակների իջեցումների համեմատությունը հանքավայրում ստացված համապատասխան նմանատիպ մեծությունների հետ ցույց տվեց լավ համընկնում (տես՝ աղյուսակ): Արևիկի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի ճնշումային ջրերի հորիզոնից ջրառի քանակի ավելացման և օպտիմալ քանակի որոշման նպատակով խնդիրը լուծված է մի քանի տարբերակով: Նախ մեծացվել է որոշ հորերի ելքերը, իսկ հետո՝ քանակը: Վերջինս իրականացվել է՝ գոյություն ունեցող խորքային հորերին ավելացնելով նոր (նախագծային) ջրառ հորեր:

Երկրորդ տարբերակում, նկատի ունենալով ճնշումային ջրերի մակարդակների փոքր իջեցումները, որոշ խորքային հորատանքերում մեծացվել են ելքերը: Դիտարկվել է 25 հորերից գումարային 640 լ/վ ջրառ տարբեր ժամանակահատվածների համար: Մոդելավորման արդյունքում հորերում ստացվել են ջրերի համապատասխան իջեցումներ, որոնք փոքր են թույլատրելիից (տես՝ աղյուսակ): Հանքավայրի տարածքում ստացված իջեցումները նույնպես ցույց տվեցին, որ կարելի է շարունակել ջրառի քանակի ավելացումը միայն հորերի քանակի ավելացումով: Այսինքն, առաջարկվում է գոյություն ունեցող 25 հորատանցքերին ավելացնել նոր (նախագծային) հորեր, հիմնականում հանքավայրի ամենաջրառատ կենտրոնական մասում: Նոր հորերի քանակը, ելքերը և տեղաբաշխումը կորոշվի խնդրի լուծման (մոդելավորման) ընթացքում: Հիմք ընդունելով երկրորդ տարբերակի երկրաֆիլտրացիոն դաշտը և մոդելավորման արդյունքները, մոդելի վրա կատարված որոշ փոփոխումներից հետո ստացվել է նոր տարբերակ. գոյություն ունեցող 25 հորատանցքերին և նրանց 640 լ/վ գումարային ելքին ավելացվել է 9 նոր (նախագծային) հորեր (թիվ 26...34), 190 լ/վ գումարային ելքով և դրանց համապատասխան տեղաբաշխմամբ (նկար): Այսպիսով, երրորդ տարբերակով դիտարկվել (մոդելավորման եղանակով) է կանխատեսման խնդրի լուծումը 34 ջրառ հորերով, 830 լ/վ գումարային ելքով, 30 օր, 180 օր, 1 տ, 5 տ, 10 տ, 15 տ ժամանակահատվածի համար: Մոդելավորման արդյունքում ստացվել են ճնշումային ջրերի մակարդակների իջեցումների մեծությունները հորերում և հանքավայրի տարածքում: Դրանք մեկ տարի ջրառումից հետո տատանվում են համապատասխանաբար 5-ից մինչ 18...19 մ/վ և 2 մ-ից մինչև 6 մ/վ: Սակայն,

ինչպես ցույց տվեց մոդելը ջրառի մեծ քանակի դեպքում, թիվ 5, 7, 9 և 12, 20 հորերում իջեցումները գերազանցել են թույլատրելի մեծությունների սահմանը: Մոդելի վրա փոքրացնելով դրանց ելքերը՝ ստացվել է վերջնական գումարային 805 լ/վ էլք (34 հորատանցք): Նշված էլքով ջրառից հետո (մոդելավորման արդյունքում) ստացվել են մակարդակների իջեցումներ վերը նշված ժամանակահատվածների համար: Այս դեպքում դրանք գտնվում են թույլատրելի իջեցումների սահմանում (տես՝ նկար): Դիտարկվել է ևս մեկ ջրառի տարբերակ, մոտ 1000 լ/վ գումարային էլքով: Մոդելավորման արդյունքում ստացվել է, որ ջրառի անգամ փոքր ժամանակահատվածի համար հորերում ջրերի մակարդակները (իջեցումները) գերազանցում են թույլատրելի մեծություններին:

Աղյուսակ

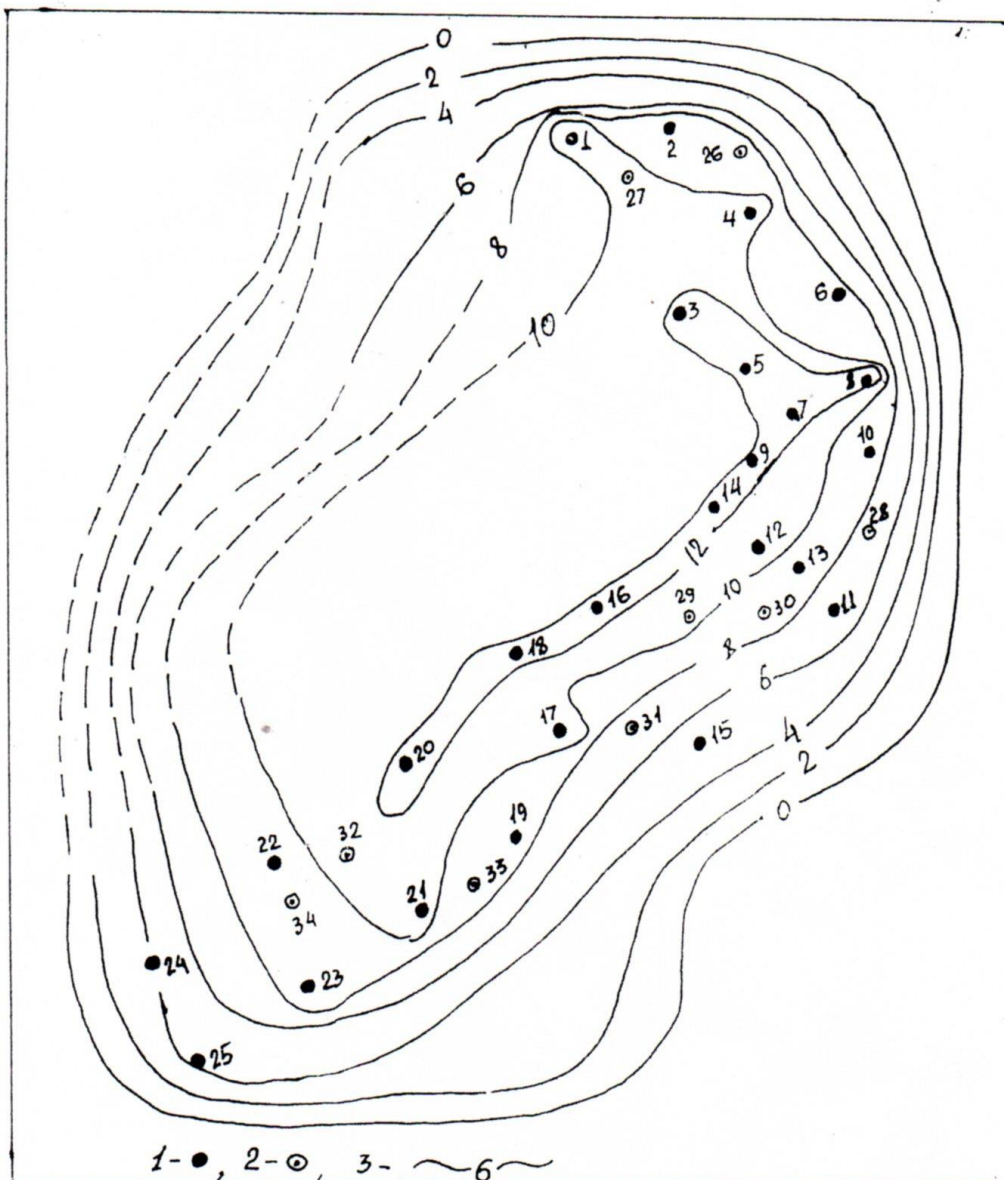
Արևիկի հանքավայրի հորերում ջրերի իջեցումների մեծությունների համեմատությունը, նույն գումարային (557 լ/վ) էլքով ջրառի և 3 օրվա ժամանակահատվածում բնական և մոդելավորման պայմաններում

Հորերի թիվը	Հորերի ելքերը և իջեցումները, բնական, 3 օր		Իջեցումները 3օր և տարբեր ժամանակահատվածներում, մաթեմատիկական մոդելավորմամբ				Իջեցումները գումարային 640 լ/վ ջրառի էլքով, մաթեմատիկական մոդելավորմամբ (տարբեր ժամանակահատվածներում)			
	Չ, լ/վ	Տ, մ	3 օր	30 օր	0,5 տ	1,0 տ	Չ, լ/վ	30 օր	0,5 տ	1,0 տ
1	24,3	7,0	6,0	8,0	8,0	8,0	25	8,0	8,0	8,0
2	10,0	6,2	5,5	6,0	6,0	6,0	10	6,0	6,0	6,0
3	10,0	9,0	8,0	10,0	10,0	10,0	10	10,0	10,0	10,0
4	22,2	6,0	6,0	9,0	9,0	9,0	25	10,0	10,0	10,0
5	21,9	5,1	5,0	8,0	10,0	10,0	20	11,0	11,0	11,0
6	10,0	5,1	5,0	9,0	10,0	10,0	10	10,0	10,0	10,0
7	34,2	5,9	7,0	10,0	12,0	13,0	30	13,0	14,0	14,0
8	16,2	5,8	6,0	9,0	9,0	9,0	20	12,4	13,0	13,5
9	32,0	6,1	7,0	11,0	12,0	13,0	25	11,5	12,2	13,3
10	30,7	5,9	6,0	9,0	9,0	10,0	35	10,0	10,0	10,0
11	20,5	3,4	4,0	7,0	7,0	8,0	28	8,0	8,3	8,3
12	22,7	3,9	5,0	9,0	10,0	11,0	25	11,0	11,8	12,0
13	18,0	3,0	2,4	5,0	5,7	6,0	30	7,0	7,5	7,5
14	17,5	1,8	2,0	8,0	8,5	9,0	30	9,6	10,0	10,5
15	26,8	0,9	1,0	3,0	3,2	3,2	35	4,0	4,4	4,4
16	28,2	2,2	3,2	9,0	9,7	10,0	30	10,0	10,5	10,7
17	26,0	1,8	2,0	6,5	7,0	7,0	35	8,4	9,3	9,3
18	21,9	4,5	4,0	8,0	9,0	9,0	22	8,0	9,0	9,0
19	16,6	3,6	3,0	3,4	3,9	4,0	30	6,0	7,0	7,0
20	29,0	7,7	7,0	9,0	10,0	10,0	25	10,0	11,0	12,0
21	17,5	7,1	3,5	5,0	6,0	6,0	20	7,0	8,0	8,0
22	37,2	0,2	0,2	3,0	3,8	4,0	40	5,0	6,0	6,0
23	15,7	6,8	3,2	4,0	5,0	5,0	20	5,4	6,0	6,0
24	22,1	7,9	7,0	8,0	8,0	8,0	25	9,0	9,7	9,7
25	25,5	4,4	3,0	3,0	3,0	3,0	35	4,4	4,5	4,5

Այսպիսով, քննարկելով մոդելավորման բոլոր տարբերակների արդյունքները, ստացվել է, որ լրացուցիչ ջրառման համար ամենալավ տարբերակը 3-րդն է, որի հետազոտման

Ժամանակահատվածում ճնշումային ջրերի մակարդակների իջեցումները հորերում և հանքավայրի տարածքում մնում են թույլատրելի սահմանում: Հետևաբար առաջարկվում է՝ Արևիկի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրից կարելի է կատարել ջրառում 34 ջրառ հորերով (որից 9 նախագծային), 805 լ/վ ջրառման գումարային ելքով (նկարում բերված հորերի տեղաբաշխման սխեմայով) և սկսած 30 օրից մինչև 5, 10, 15 տ և ավելի ջրառման ժամանակահատվածի համար:

Եվ վերջապես, այս տարբերակը թույլ է տալիս կատարել լրացուցիչ ջրառ (եթե հաշվի առնենք, որ երկրաշարժից հետո շարունակվում է 320 լ/վ ջրառը) մոտ 480 լ/վ, իսկ շահագործական պաշարը՝ մոտ 1000 լ/վ [4], որոնք մոդելավորման արդյունքների հիման վրա համարվում են հիմնավորված:



Նկ. Արևիկի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի ճնշումային ջրերի իջեցումների կանխատեսման սխեմատիկ քարտեզը 5 տարվա շահագործումից հետո (տարբերակ 3).
 1-շահագործական հորատանցքեր (1...2,5), 2-նախագծային հորատանցքեր (26...34),
 3-իջեցումների իզոգծերը մետրերով

Եզրակացություններ և առաջարկություններ

Արևիկի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրից լրացուցիչ ջրառի հնարավորության կանխատեսման խնդրի լուծման (մոդելավորման) արդյունքների հիման վրա կատարվել են.

- ճշգրտվել են հանքավայրի բողջ տարածքի համար երկրաֆիլտրացիոն դաշտի ջրաերկրաբանական բնութագրերը, որի համար լուծվել (մոդելավորվել) է հակադարձ խնդիր,
- օգտագործելով հակադարձ խնդրի լուծման (ճշգրտված) պարամետրերը՝ մոդելավորվել է կանխատեսման խնդիրը մի քանի տարբերակով, կախված ջրառի հորերի և գումարային ելքերի քանակից,
- մաթեմատիկական մոդելավորման արդյունքների (ըստ տարբերակների) քննարկման հիման վրա որոշվել և հիմնավորվել է հանքավայրից լրացուցիչ ջրառման ամենաարդյունավետ տարբերակը, որը երրորդն է,
- առաջարկվում է 34 (25...9) հորատանցքերով և 805 լ/վ գումարային ելքով ջրառ, որի դեպքում կունենանք լրացուցիչ ջրառ մոտ 480 լ/վ և առկա շահագործական պաշար՝ մոտ 1000 լ/վ,
- մոդելավորման արդյունքների հիման վրա ստացված արժեքները համարվում են հնարավոր և հիմնավորված,
- նմանատիպ խնդիրների լուծման համար առաջարկվում է մաթեմատիկական մոդելավորման մեթոդի կիրառում համապատասխան հաշվարկային ծրագրով:

Г. М.Мхитарян

ОБОСНОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ВОДОЗАБОРА ИЗ ДЕЙСТВУЮЩЕГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РА И ОЦЕНКА ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ЗАПАСА

Учитывая значительную потребность в воде в республике, решена задача прогнозирования для обоснования дополнительного водозабора из Аревикского месторождения подземных вод и для оценки его количества и существующего эксплуатационного запаса. Задача решена методом математического моделирования с использованием расчетной программы "Топаз". По результатам моделирования определен наилучший вариант водозабора - количество суммарного водозабора около 800 л/с, в том числе количество дополнительного водозабора - около 480 л/с. Оценена также величина эксплуатационного запаса за период исследования - около 1000 л/с.

Ключевые слова: *месторождение подземных вод, эксплуатационный запас, скважина, водозабор, допустимое понижение, математическое моделирование*

G.M. Mkhitaryan

BASIS OF ADDITIONAL WATER INTAKE FROM FUNCTIONING DEPOSIT OF UNDERGROUND WATER AND VALUATION OF OPERATIONAL STOCK OF RA

Taking into account the significant necessity of water in RA, the preventing issue for the underground water in Arevik's occurrence with the aim of justification of additional water intake and valuation of

operational stock has been solved. The issue has been solved with the method of mathematical modelling using the program "Topaz". By the results of modelling the optimal version of water intake is determined: the number of summary water intake is nearly 800 l/s including the number of additional water intake nearly 1000 l/s during the research.

Keywords: occurrence of ground water, operational stock, well, water intake, acceptable lowering, mathematical modelling

Գրականություն

1. Մխիթարյան Գ.Մ. ՀՀ ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի շահագործական վիճակը և արդյունավետ օգտագործման ուղղիները// ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ. – 2015. – Հ. III. – С. 83-88.
2. Крашин И.И., Пересунко Д.И. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод методом моделирования: метод.руководство. - М.: Недра, 1976. - 157с.
3. Лукнер Л., Шестков В.М. Моделирование геофильтрации. - М.: Недра, 1976. - 407с.
4. Մխիթարյան Գ.Մ. ՀՀ տարածքի ստորերկրյա ջրերի առանձին հանքավայրերի շահագործական պաշարների վերագնահատում/ Գ.Մ. Մխիթարյան, Գ.Մ. Գրիգորյան, Հ. Վ. Թորմաջյան, Ի.Ս. Գաբայան// ԵՃՇՊՀ տեղեկագիր. - Երևան, 2013. - N3. - էջ 26-29:

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ջրային համակարգերի պահպանում, զարգացում և կատարելագործում» ծրագրի շրջանակներում:

Մխիթարյան Գեորգի Միսակի, տ. գ. ք. (ՀՀ ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ակ. Եղիազարովի անվ. Ջրային համակարգերի, ջրային ռեսուրսների, կառավարման և համալիր օգտագործման պրոբլեմային լաբորատորիա, ակ. գ. ա., (+374) 10643487, (+374) 94 962001:

Мхитарян Георгий Мисакович, к.т.н. (РА, г. Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория Водных систем, водных ресурсов, управления и комплексного использования им. акад. Егиазарова, с.н.с., (+374) 10643487, (+374) 94 962001.

Mkhitaryan Georgi Misak, Doctor of Philosophy (Ph.D) in engineering (RA, Yerevan) – NUACA, Problem Laboratory of Water Systems, Complex Use and Manage of Water Resources after I.Yegiazarov, senior scientific researcher, (+374) 10643487, (+374) 94 962001.

Ներկայացվել է՝ 27.10.15թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.10.2015թ.