

ՀԻՎՐՈՄԵԽԱՆԻԿԱ

ՌՏԴ 551.491.:556.3

Յու. Լ. Զավադյան, Ս. Ս. Ղազարյան

Արարատյան հարթավայրի ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիոն
եզրային խնդիրների վերաբերյալ

(Ներկայացված է ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս Ֆ.Տ.Սարգսյանի կողմից 23.07. 1997)

Հայաստանի հանրապետության ջրային ռեսուրսների կազմում որոշակի տեղ են գրավում Արարատյան հարթավայրի ստորերկրյա ջրերը, որոնց հետազոտման ընդհանրացման և օգտագործման համար բազմադարյան աշխատանքներ են կատարված երկրաբանական վարչության, Հայջրտնտի և ուրիշ կազմակերպությունների կողմից ⁽¹⁾: Գիտական աշխատանքների ցանկում բացառիկ արժեք են ներկայացնում Գ. Վ. Աբիխի, Վ. Ֆ. Զախարովի, Գ. Գ. Օգանեզովի ⁽²⁾, Ա. Տ. Ասլանյանի ⁽³⁾, Ա. Կ. Անանյանի ⁽⁴⁾, Ս. Ս. Ղազարյանի ⁽⁵⁾ և ուրիշների աշխատանքները:

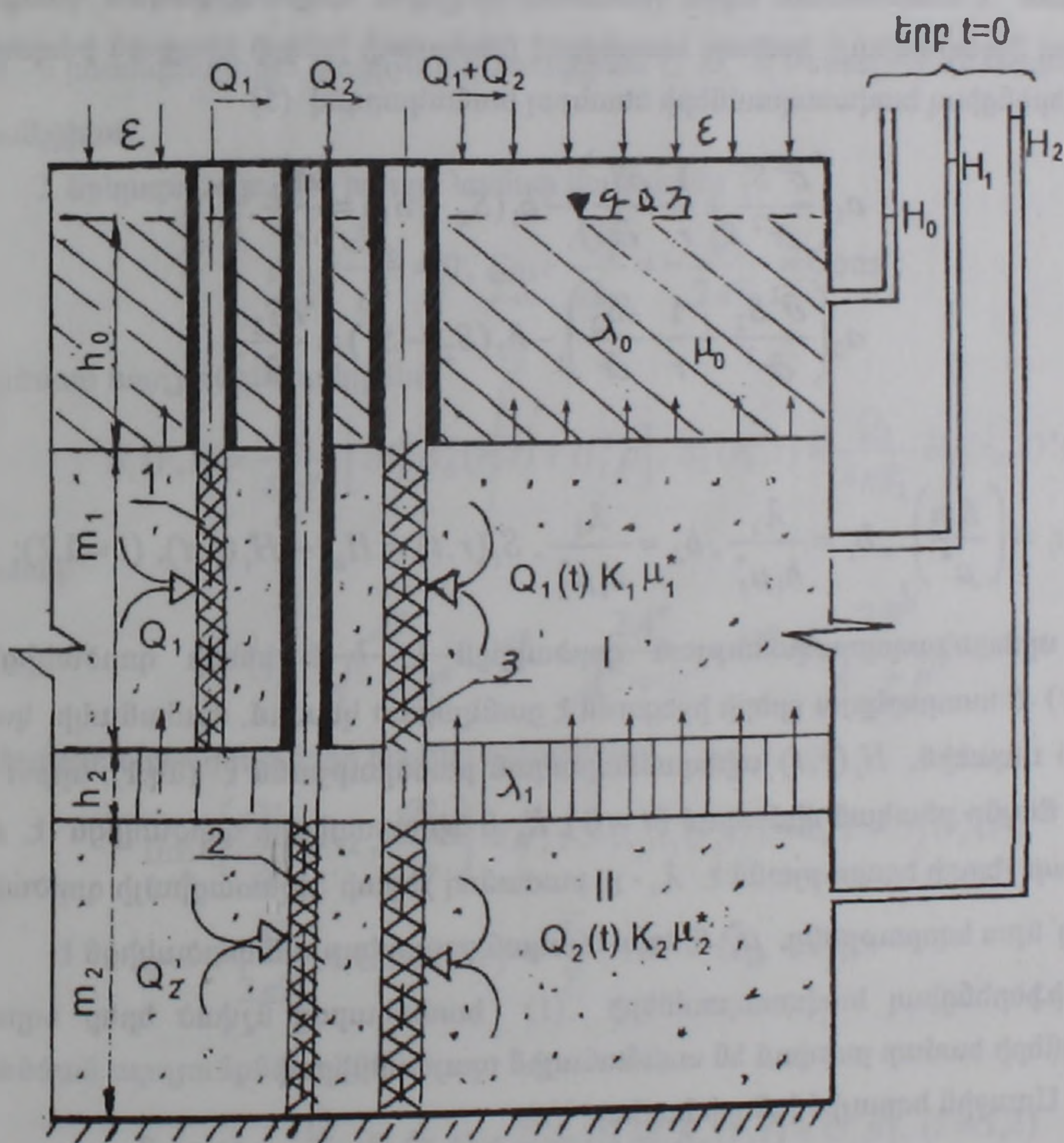
Ըստ հետազոտման տվյալների Արարատյան հարթավայրը ներկայացնում է ստորերկրյա ջրերի բեռնաթափման վայր, որոնք գոյանում են մեծ և փոքր Արարատ լեռների և Արագած-Գեղամա լեռնահամակարգերից, իջնելով հարթավայր տեղավորվում են նրա բազմաշերտ ֆիլտրացիոն միջավայրի ծակոտիներում ⁽³⁾: Հարթավայրի տարածքում տեղավորված են հիմնականում երկու ճնշումային ջրաշերտեր, որոնք իրարից բաժանվում են թույլ ջրաթափանցելիություն ունեցող լճային կավերի շերտով, որը տարածվելով լրիվ տարածքով, դուրս է գալիս եզրերում, հնարավորություն տալով խառնվելու ջրատար շերտերին:

Վերին ճնշումային շերտը փակվում է, այսպես կոչված ծածկող շերտով, որտեղ տեղավորված են գրունտային ջրերը, անմիջական կապի մեջ լինելով մակերևութային ջրերի հետ: Արարատյան հարթավայրի բոլոր ջրատար շերտերը (վերին, ներքին ճնշումային և գրունտային) ներառյալ նաև աղբյուրները, գտնվում են իրար հետ հիդրավիկական կապի մեջ և միասին կազմում են մեկ ընդհանուր բարդ գրունտա-ճնշումային համակարգ:

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ որքան ջուր է մտնում Արարատյան հարթավայր հոսքի գոյացման տիրույթից, նույնքան բեռնաթափվում է մեծ և փոքր աղբյուրների տեսքով: Հետևաբար, ստորերկրյա ջրերի օգտագործումը ոռոգման և այլ նպատակներով կարելի է իրականացնել միայն նրանց ռեժիմի կարգավորման միջոցով, վեգետացիայի ընթացքում վերցնելով այնքան ջրի քանակություն, որ նրա

դադարումից հետո հնարավոր լինի վերականգնելու ջրերի նախնական ռեժիմը, դրանով ապահովելով ամեն տարվա երաշխավորված քանակի ջրառումը սահմանված ժամանակահատվածում:

Նշված հիմնահարցի լուծումը կարելի է իրականացնել օգտվելով ֆիլտրացիայի տեսությունից, որտեղ հիմնարար աշխատանքներ են կատարվել Ն.Ե.Ժուկովսկու, Ն.Ն.Պավլովսկու, Ս.Ֆ.Ավերյանովի, Ս.Ն.Նումիրովի և ուրիշների կողմից: Ընդհանուր դրվածքով ֆիլտրացիոն խնդիրների լուծումները հնարավորություն կտան, տվյալ քանակի ջրառման պայմաններում, գնահատելու ստորերկրյա ջրերի իջեցումը, միջավայրի ցանկացած կետում և ժամանակի կամայական պահին և, դրա հետ կապված, փնտրելու բազմաթիվ բարդ ճարտարագիտական մոդ խնդիրների լուծումներ: Այդ նպատակով նկատի ունենալով, բնական հիդրոերկրաբանական պայմանների բարդությունները, նրանք պարզեցվում են վերլուծական մեթոդների կիրառման համար:



Նկ.1. Ջրատար շերտերից տարբեր ռեժիմներով ջրհանման հիդրոերկրաբանական սխեման

Հետազոտության նպատակն է Արարատյան հարթավայրի պարզեցված սխեմայի համար (նկ.1), լուծելու ֆիլտրացիոն մի շարք եզրային խնդիրներ, որոնք հնա-

րավորություն կտան ճշտելու ստորերկրյա ջրերի շահագործական պաշարները, պահպանելով կենսոլորտի կայունությունը և պահանջները:

Նախատեսվում է նկ.1-ի սխեմայի համար սահմանել և լուծել ֆիլտրացիոն երեք եզրային խնդիրներ, որոնք մեկնաբանում են ֆիլտրացիոն միջավայրի ճնշումների փոփոխությունները, երբ ջրառումը կատարվում է՝ 1) միայն վերին ճնշումային ջրատար շերտից Q_1 հաստատուն ելքով, 2) միայն ներքին ճնշումային շերտից Q_2 հաստատուն ելքով, 3) միաժամանակ վերին (I) եվ ներքին (II) ճնշումային շերտերից $Q = Q_1(t) + Q_2(t)$ հաստատուն ելքով: Մեկնաբանվելու և լուծվելու են նաև ֆիլտրացիոն հակադարձ խնդիրները: Դա հնարավորություն կտա որոշելու միջավայրի հիդրոերկրաբանական պարամետրերը փորձնական ջրհանման տվյալների օգնությամբ:

Ստորերկրյա ջրերի ոչ հաստատված շարժումը դեպի ջրհորը, երբ նրանից կատարվում է հաստատուն ելքով ջրհանում, երկշերտ հիդրավիկական կապի մեջ գտնվող ֆիլտրացիայի համար, առանցքով համաչափ խնդրի դեպքում բնորոշվում է դիֆերենցիալ հավասարումների հետևյալ համակարգով (5)

$$\begin{aligned} a_1 \left(\frac{\partial^2 S_1}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial S_1}{\partial r} \right) - b_1 (S_2 - S_1) &= \frac{\partial S_1}{\partial t}, \\ a_2 \left(\frac{\partial^2 S_2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial S_2}{\partial r} \right) - b_2 (S_2 - S_1) &= \frac{\partial S_2}{\partial t}, \end{aligned} \quad (1)$$

որտեղ՝

$$a_i = \left(\frac{Km}{\mu^*} \right)_i, \quad b_1 = \frac{\lambda_1}{h_1 \mu_1^*}, \quad b_2 = \frac{\lambda_1}{h_1 \mu_2^*}, \quad S_i(r, t) = H_{ie} - H_i(r, t), \quad (i = 1, 2); \quad (2)$$

a_i -ն պիեզահաղորդականության գործակիցն է, b_i -ն հոսքի գործակիցն է, $S_i(r, t)$ -ն ստորերկրյա ջրերի իջեցումն է ցանկացած կետում, ժամանակի կամայական t պահին, $H_i(r, t)$ պիեզամետրական բարձրությունն է (նկ.1), երբ $t > 0$, H_{ie} - նույնը բնական վիճակում ($t = 0$). K_i -ն ֆիլտրացիայի գործակիցն է, m_i -ն ջրատար շերտի հզորությունն է, λ_1 -ը բաժանող շերտի ֆիլտրացիայի գործակիցն է, h_1 -ը՝ նրա հզորությունը, μ_i^* -ն առաձգական ջրատվության գործակիցն է:

Դիֆերենցիալ հավասարումների (1) համակարգը նշված երեք եզրային խնդիրների համար լուծվում են սահմանային պայմաններով:

1. Առաջին եզրային խնդրի համար՝

$$\begin{aligned} S_i(r, t) &= 0, \quad t = 0, \quad S_i(r, t) = 0, \quad t > 0, \quad r \rightarrow \infty, \\ \lim_{r \rightarrow 0} r \frac{\partial S_1}{\partial r} &= -\frac{Q_1}{2\pi T_1} = \text{Const}, \quad \lim_{r \rightarrow 0} r \frac{\partial S_2}{\partial r} = 0 \end{aligned} \quad (2')$$

Լուծման արդյունքները մեծ ժամանակների համար ներկայացնում են՝

$$S_i(r, t) = \frac{Q_1}{4\pi T_1} \left[M_i^u R_u^u(r, t) + U_i^u \beta \right], (i = 1, 2),$$

$$S_1(r_0, t) = \frac{Q_1}{4\pi T_1} R_u(r_0, t):$$
(3)

որտեղ՝ $R_u^u(r, t)$ բնորոշում է հիդրավիկական դիմադրությունը և որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$R_u^u(r, t) = -Ei\left(-\frac{r^2}{4a^*t}\right), R_u(r_0, t) = \ln \frac{2.25a^*t}{r_0^2}, U_1^u = \frac{2A^o}{A^o + B^o}, U_2^u = -\frac{2B^o}{A^o + B^o},$$

$$M_i^u = \frac{B^o}{A^o + B^o}, a^* = \frac{T}{\mu^*}, T = T_1 + T_2, \mu^* = \mu_1^* + \mu_2^*, A^o = \frac{a_2}{a_1}, B^o = \frac{b_2}{b_1}, a^o = A^o + 1, (4)$$

$$A_{1,2}^o = A^o \mp B^o, B_1^o = 1 + B^o, \beta = K_o \left(\sqrt{r^2 cb_1 / A^o a_1} \right), C = A^o B_1^o + B_2^o, N^o = A^o - 1:$$

Ei -ն ինտեգրալային ցուցիչային ֆունկցիան է. K_o -ն Բեսսելի կեղծ արգումենտով ֆունկցիան

2. երկրորդ եզրային խնդրի համար կունենանք՝

$$\lim_{r \rightarrow 0} r \frac{\partial S_1}{\partial r} = 0, \lim_{r \rightarrow 0} r \frac{\partial S_2}{\partial r} = -\frac{Q_2}{2\pi T_2} = \text{Const}: \quad (5)$$

Լուծման արդյունքները կլինեն՝

$$S_i(r, t) = \frac{Q_1}{4\pi T_2} \left[M_i^u R_u^u(r, t) + U_i^u \beta \right], S_2(r_0, t) = \frac{Q_2}{4\pi T_2} R_u(r_0, t): \quad (6)$$

որտեղ՝

$$M_{1,2}^u = \frac{A^o}{A^o + B^o}, U_1^u = \frac{2A^o}{A^o + B^o}, U_2^u = \frac{2B^o}{A^o + B^o}: \quad (7)$$

3. երրորդ եզրային խնդրի համար կունենանք՝

$$\lim_{r \rightarrow 0} r \left(\frac{\partial S_1}{\partial r} + \alpha_T \frac{\partial S_2}{\partial r} \right) = q, t > 0, S_1(r_0, t) + \Delta H = S_2(r_0, t),$$

$$q = -\frac{Q}{2\pi T_1} = \text{Const}, \alpha_T = \frac{T_2}{T_1}, \Delta H = H_{2e} - H_{1e}: \quad (8)$$

Լուծման արդյունքները կլինեն՝

$$S_i(r, t) = \frac{Q}{4\pi T} R_u(r, t) + \frac{\Delta H}{T} T_1 [M_i R_u(r, t) + U_i \beta], (i = 1, 2)$$

$$S_1(r_0, t) = \frac{Q}{4\pi T} R_u(r_0, t) - \frac{T_2}{T} \Delta H,$$

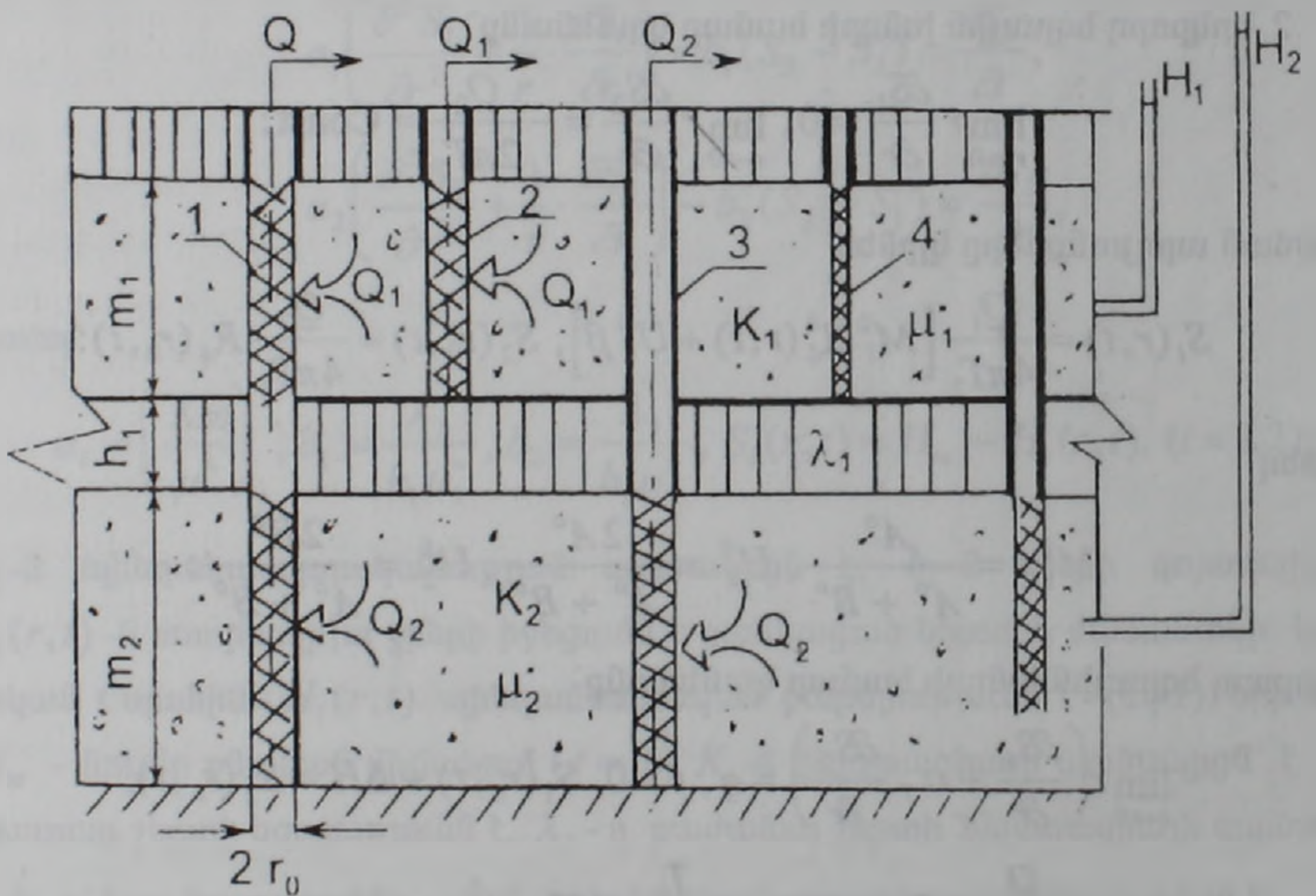
$$S_2(r_0, t) = \frac{Q}{4\pi T} R_u(r_0, t) + \frac{T_1}{T} \Delta H:$$
(9)

որտեղ՝

$$\begin{aligned} \bar{M}_1 &= \frac{D_2^o}{2\beta}, \quad M_2 = \frac{D_4^o}{2\beta}, \quad U_1 = \frac{D_1^o}{\beta}, \quad U_2 = -\frac{D_3^o}{\beta}, \\ D_1^o &= \frac{A^o(1+\alpha_T)}{A^o+B^o}, \quad D_2^o = \frac{A^o-\alpha_TB^o}{A^o+B^o}, \quad D_3^o = -\frac{B^o(1+\alpha_T)}{A^o+B^o}, \quad D_4^o = D_2^o: \end{aligned} \quad (10)$$

Ստացված (3), (6) և (9) բանաձևերով կարելի է որոշել ստորերկրյա ջրերի մակարդակների իջեցումները, երբ ջրառունը կատարվում է հաստատուն ելքերով համապատասխանաբար միայն I, միայն II և միաժամանակ I և II շերտերից:

Կիրառելով ստացված հավասարումները փոքր ժամանակների համար, արտածված են հաշվային բանաձևեր հիդրոերկրաբանական պարամետրերի որոշման համար, օգտագործելով նկ.2-ում ցույց տված ջրհորների փորձնական թփից տարբեր ռեժիմներով ջրհանման տվյալները: Նկ.2-ում ջրհորներ 1,2,3-կոչվում են կենտրոնական ջրհորներ, որտեղից կատարվում է ջրհանումը, իսկ 4,5-դիտահորեր, որտեղ դիտվում է մակարդակների իջեցումները ջրհանումների հետևանքով:



Նկ.2. Փորձնական ջրհանման ջրհորների թփի հաշվարկային սխեման մեկական դիտահորերով. 1,3 – կենտրոնական ջրհորներ, 4,5 – դիտահորեր

Պարամետրերի որոշման բանաձևերը բերված են ստորև՝

$$T = \frac{Q}{4\pi} \cdot \frac{\ln(t_2/t_1)}{S_2(r_{01}, t_2) - S_2(r_{02}, t_1)}, \quad T_2 = \frac{Q_2}{4\pi} \cdot \frac{\ln(t_2/t_1)}{S_2(r_{03}, t_2) - S_2(r_{03}, t_1)},$$

$$T_1 = \frac{Q_1}{4\pi} \cdot \frac{\ln(t_2/t_1)}{S_1(r_{02}, t_2) - S_1(r_{02}, t_1)}, \quad T = T_1 + T_2,$$

$$\begin{aligned}
A^o a_1 &= \frac{r_{01}^2}{2,25t_i} \exp \left[S_{1,2}(r_0, t_i) \pm \frac{\Delta H}{T} T_1 \right] \frac{4\pi T}{Q}, \\
a_1 &= \frac{r_{02}^2}{2,25t_i} \exp \left[S_1(r_{02}, t_i) \frac{4\pi T_1}{Q_1} \right], \\
b_1 &= \frac{4\pi T_2}{Q_2 A^o} \cdot \frac{N^o S_1(r_{34}, t_i)}{\varphi_1(r_{34}^2 / a_1, t_i) - \varphi_1(r_{34}^2 / A^o a_1, t_i)}, \\
b_2 &= \frac{4\pi T_1}{Q_1} \cdot \frac{S_2(r_{25}, t_i)}{\varphi_1(r_{25}^2 / a_1, t_i) - \varphi_1(r_{25}^2 / A^o a_1, t_i)};
\end{aligned} \tag{11}$$

Ունենալով անչափակազմ պարամետրերը (11) և m_i , h_i -ը կարող ենք որոշել՝

$$K_i = T_i / m_i, \mu_i^* = \left(\frac{T_i}{a_i} \right)_i, \lambda_1 = b_1 h_1 \mu_1^* = b_2 h_1 \mu_2^*, (i = 1, 2): \tag{12}$$

Եզրակացություն: Ներկայացված նկ.2-ի փորձնական ջրհորների թվի սխեմայով անհրաժեշտ է կազմակերպել երեք ռեժիմներով (միայն I, միայն II և միաժամանակ I և II) ջրհանում և չափել նրանց համապատասխան իջեցումները և կենտրոնական (1,2,3) ջրհորներում և դիտահորում (4,5):

Օգտագործելով այդ փորձնական ջրհանման տվյալները, ներկայացված (11) բանաձևերով որոշել ֆիլտրացիոն միջավայրի երկրաբանական բոլոր պարամետրերը: Ըստ հաշվարկված պարամետրերի, որոշել ստորերկրյա ջրերի իջեցումներն առանձին ջրհորներում և ֆիլտրացիոն միջավայրի ցանկացած կետերում, ժամանակի կամայական պահերին՝ (3), (6) և (9) բանաձևերի օգնությամբ:

Օգտագործելով առանձին ջրհորների հաշվային բանաձևերը կարելի է գնահատել նրանց խմբի աշխատանքը և լուծելով ֆիլտրացիոն անենահամապատասխան խնդիրը կորոշվի ստորերկրյա ջրերի շահագործական պաշարները:

Ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի գիտաարտադրական միավորում

Ю. Л. ДЖАВАДЯН, С. С. КАЗАРЯН

О фильтрационных краевых задачах вод Араратской равнины

Рассмотрены решения краевых задач фильтрации для гидрогеологических условий Араратской равнины при различных режимах откачки воды из напорных водоносных слоев.

Получены расчетные формулы для определения понижений уровней подземных вод при большом времени откачки воды из одиночных скважин, только из нижнего и одновременно из обоих слоев.

Используя результаты решения указанных краевых задач фильтрации при малых временах откачки воды, выведены расчетные формулы для определения

гидрогеологических параметров с использованием по предложенной схеме опытного куста данных откачек.

Результаты указанных решений могут служить основой для решения фильтрационных запасов подземных вод.

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ – ЛИТЕРАТУРА

¹ Մ.Ե.Ոսկանյան, Յու.Լ.Ջափադյան, Հ.Վ.Թորմաշյան, Արարատյան հարթավայրի բնական ռեսուրսների օգտագործման և բնակչության սոցիալ-տնտեսական պայմանների բարելավման մասին: Ենպատիպ, Ազրոգիտություն, 1966: ² Г.Г.Оганезов, Подземные воды Ара-ратской котловины, Ереван, Айастан, т.1, 1957; т.2, 1958; т.3, 1962; т.4, 1964. ³ А.Т.Ас-ланиян, Региональная геология Армении, Ереван, Айпетрат, 1956, ⁴ А.К.Ананян, Дренаж при освоении содовых солончаков, М., Колос, 1971. ⁵ С.М.Казарян, Водный обмен на фоне вертикального дренажа, Ереван, Айастан, 1988.