

*Երկրաբանություն*

УДК 556.3.01:626.87

Ժ. Ա. ԱՉՈՅԱՆ, Վ. Տ. ԱՉՈՅԱՆ

ԱՂԱՀԱՄ ՋՐԵՐԻ ՀՆԱՐԱՎՈՐ ՆԵՐԴՐՍԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ  
ՍԵՐՉԱԿԱ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՔԱՂՅՐԱՀԱՄ ՋՐԵՐԻ ՇԱՀԱԳՈՐԾՍԱՆ  
ԺԱՍՆԱԿ

(Կուրայի Հանրապետության Տրինիդադ քաղաքի օրինակով)

Ծովամերձ տեղամասերում տարածված ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի հորիզոններում (լինզաներում) աղային ջրերի ներդրումը (ինտրուզիան) կատարվում է բնական և արհեստական ռեժիմագոյացնող գործոնների ազդեցությամբ՝ դրանց դինամիկ հավասարակշռության խախտման արդյունքում: Այն առավել ինտենսիվ է ընթանում ծովամերձ տարածքների ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի պաշարների շահագործման հետևանքով:

Աղի ջրերի ներդրման ուսումնասիրությունները և դրանց կանխարգելմանն ուղղված միջոցառումների ընտրումը համարվում է արդիական ամբողջ աշխարհում: Այն առավել սուր է դրված Կուրայի Հանրապետության համար, քանի որ ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի պաշարները գերազանցապես տեղադրված են ծովամերձ տարածքներում և դրանց շահագործումը ոչ հեռու ապագայում կարող է հանգեցնել ծովի ջրի ներդրմանը, ինչպես այն տեղի է ունեցել հանրապետության Խուրազվա պրովինցիայում: Այդ ուղղությամբ մեր և Կուրայի մասնագետները կատարել են համատեղ ուսումնասիրություններ՝ ելնելով Տրինիդատ քաղաքի և նրան հարակից նորաստեղծ տուրիստական բազայի լրացուցիչ (100 *լ/վ*) ջրամատակարարման պահանջարկից: Ուսումնասիրվող ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի հանքավայրը գտնվում է Տրինիդադ քաղաքի հարավային ծայրամասից դեպի Կարիբյան ծովը ընկած տեղամասում, որի լայնությունը շուրջ 5 *կմ* է: Երկրաբանական տեսակետից այն թեք, մեղմ ռելիեֆով մոնոկլինալ առաջացում է:

Ջրատար հորիզոնը ներկայացված է միոցենի հասակի ճեղքավորված և խոռոչավոր կրաքարերով, 20–45 *մ* ընդհանուր հզորությամբ: Վերևից այն ծածկված է կավաավազային նստվածքներով, կրաքարերով, դոլոմիտներով և այլն, որոնք բավականին ճեղքավորված և հողմնահարված են: Ծածկոցային շերտի հզորությունը ծովին հարող մասում կազմում է 2–10 *մ*, որը դեպի ցամաք (քաղաքի մերձակայքում) մեծանում է՝ հասնելով 30–40 *մ*: Ներքևի ջրամերձ շերտը ներկայացված է կրաքարերով, մերգելներով, դոլոմիտներով և այլ ապարներով, որոնց հզորությունը մեծ է 40 *մ*-ից:

Ստորերկրյա ջրերի սնումը հիմնականում ինֆիլտրացիոն տիպի է, բեռնաթափումը կատարվում է ծովի ջրատարածքում (ափամերձ ջրատարածք), որի շնորհիվ այստեղ տարածված ստորերկրյա ջրերը ոչ ճնշումային են: Ստորերկրյա ջրերը ծածկոցային շերտի հզորությամբ պայմանավորված, տեղադրված են 2–38 մ խորությունների վրա, սակայն նրանց հիդրավիկական թեքությունը մեծ չէ և կազմում է 0,0011–0,0012 (համաձայն ջրահագոգծերի քարտեզի), ուստի տարածքի բնական դրենացումը շատ թույլ է: Ջրերի հանքայնացումը տատանվում է 0,58–6,4 գ/լ սահմաններում (դեպի ծովը այն մեծանում է):

Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի սահմաններում շահագործական տեղամասի ընտրման համար մեր կողմից կատարվել է ջրաերկրաբանական հետազոտական-հետախուզական, դաշտային փորձաֆիլտրացիոն, լաբորատոր աշխատանքներից ստացված տվյալների մշակում, ամփոփում և վերլուծություն: Ջրաերկրաբանական հաշվարկների ժամանակ հաշվի են առնվել նաև այն պայմանները, որոնք առկա են տվյալ հանքավայրի սահմաններում: Մասնավորապես.

1. Հանքավայրի ամենահեռու կետը ծովի ջրատարածքից հաշված շուրջ 5 կմ է: Սակայն, քանի որ ժամանակի ընթացքում բնական ճանապարհով ծովի ջրերը աստիճանաբար ներդրվել են առափնյա տարածքները, քաղցրահամ ջրերի շահագործման ժամանակ պետք է խուսափել արդեն ներդրված աղահամ ջրերից:

2. Քաղցրահամ ջրերի շահագործման ժամանակ շահագործական հորատանցքերի քանակը, ծախսը, դասավորությունը պետք է ընտրել այնպես, որպեսզի չխաթարվի Տրինիդադ քաղաքի հարավարևմտյան մասում արդեն շահագործվող 6 խորքային հորատանցքերի աշխատանքի ռեժիմը:

Փորձարարական տվյալների և վերը նշված պայմանների հաշվառումով կատարված ջրաերկրաբանական հաշվարկների արդյունքում (ըստ [1, 2]-ի) հանքավայրի սահմաններում ընտրվել է ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի շահագործական տեղամասը, որտեղից կարելի է կատարել պահանջվող ջրաքանակի ջրառը: Բացի այդ, տեղամասի սահմաններում որոշվել է հորատանցքերի քանակը (5), ծախսը (յուրաքանչյուրը 20 լ/վ), դասավորությունը (գծային), հորատանցքերի միջև հեռավորությունը (400 մ) և ընտրվել է հորատանցքերի խորությունը (60–80 մ):

Քաղցրահամ ջրերի շահագործման ժամանակ նրանց և աղահամ ջրերի սահմանների կանխատեսումը կարելի է իրականացնել տարբեր բանաձևերով՝ կախված ջրի հան կառույցների տիպից և դասավորությունից [3]: Մեր դեպքում դրանք հորատանցքային են և գծային, որի երկարությունը (1600 մ) համեմատած քաղցրահամ ջրերի ելքի հեռավորության հետ փոքր է: Հաշվարկները կարելի է կատարել համակենտրոնացված ջրհանման դեպքին բավարարող բանաձևերով (գծային հորատանցքերի համակարգը կարելի է փոխարինել մեծ հորով): Նման պայմանի դեպքում քաղցրահամ ջրերի շահագործման ժամանակ նրանցում աղահամ ջրերի ներդրումը բացառվում է, եթե  $i_\alpha < i_0$  [3], որտեղ  $i_0$ -ն ստորերկրյա ջրերի մակարդակի թեքությունն է բնական պայմաններում,  $i_\alpha$ -ն ստորերկրյա ջրերի մակարդակի թեքությունն է, որը ձևավորվում է ջրհանման ընթացքում: Այն որոշվում է

$$i_\alpha = \frac{Q}{\pi K h a} \quad (1)$$

առնչությամբ, որտեղ  $Q$ -ն ջրհանման (ջրառման) ընդհանուր ծախսն է ( $d^3/\text{օր}$ ),  $a$ -ն ջրհանման կառույցների հեռավորությունն է աղահամ ջրերի սահմանագծից ( $d$ ),  $K$ -ն ֆիլտրացիայի գործակիցն է ( $d/\text{օր}$ ),  $h$ -ը ջրատար շերտի միջին հզորությունն է ( $d$ ):

Այստեղից հետևում է, որ ջրհանման ժամանակ աղահամ ջրերի ներհոսքը բացառվում է, եթե ջրհանման ծախսը բավարարում է հետևյալ պայմանին.

$$Q < \pi K h a i_0 : \quad (2)$$

Եթե  $Q$ -ն ավելի մեծ է, ապա տեղի կունենա աղահամ ջրերի ներդրում:

Այս դեպքում աղահամ ջրերի ներդրման ժամանակը ( $T$ ) քաղցրահամ ջրերում որոշվում է հետևյալ բանաձևով [1].

$$T = \frac{n_0}{K i_0} \left( \frac{Q}{2\pi K h i_0} \ln \frac{Q}{Q - \pi K i_0 h a} - a \right), \quad (3)$$

որտեղ  $n_0$ -ն ջրատար ապարների ակտիվ ծակոտկենությունն է:

Վերցվող (շահագործվող) ջրի ելակետային հանքայնացման փոփոխությունը, երբ նրան խառնվում են աղահամ ջրերը, կարելի է որոշել հետևյալ բանաձևով [3].

$$C = C_0 + \frac{C_1 - C_0}{\pi} \arccos \sqrt{\frac{T}{t}}, \quad (4)$$

որտեղ  $C$ -ն վերցվող ջրի հանքայնացումն է ( $q/l$ ),  $C_0$ -ն և  $C_1$ -ը համապատասխանաբար քաղցրահամ և աղահամ ջրերի հանքայնացումներն են ( $q/l$ ),  $t$ -ն շահագործման տևողությունն է (օր): (4) բանաձևը կիրառելի է, երբ  $t > T$ :

Շահագործական տեղամասի սահմանը դեպի ծովը պայմանակաևորեն վերցված է ջրերի 2,0  $q/l$  հանքայնացում ունեցող իզոգիծը (Կուբայում խմելու ջրի հանքայնացման վերին սահմանը ընդունված է 1,5  $q/l$ -ը):

Հայտնի է, որ շահագործական տեղամասի հեռավորությունը աղահամ ջրերի սահմանից (ջրառ հորատանցքերի տեղակայման ցանկացած սխեմայի դեպքում) հաշվվում է շահագործվող տեղամասի կենտրոնից մինչև աղահամ ջրերի սահմանը [3]: Այն շահագործական տեղամասի համար կազմում է 1100  $մ$ , այսինքն՝ շահագործման ենթակա տեղամասի ընդհանուր լայնությունը կազմում է 2200  $մ$  և նրա ստորին սահմանը ծովից գտնվում է շուրջ 2300  $մ$  հեռավորության վրա:

Ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի շահագործական տեղամասի մնացած ելակետային տվյալները և ջրաերկրաբանական հաշվարկային պարամետրերը այսպիսին են.  $Q=100$   $լ/վ=8640$   $մ^3/\text{օր}$ ,  $K=70$   $մ/\text{օր}$ ,  $h_{cp}=30$   $մ$ ,  $i_0=0,00115$  (համաձայն ջրաիզոգծերի քարտեզի),  $C_0=0,8$   $q/l$ ,  $C_1=2$   $q/l$ : Վերը բերված բանաձևերով հաշվարկենք, թե շահագործական տեղամասի առկա ելակետային տվյալների դեպքում տեղի կունենա՞ աղահամ ջրերի ներդրում քաղցրահամ ջրերի տեղամաս, երբ այնտեղից կատարվի ջրհանում 100  $լ/վ$  ընդհանուր ծախսով, և եթե այն տեղի ունենա, ապա ինչ ժամանակահատվածում և ինչպես կփոփոխվի քաղցրահամ ջրերի ելակետային հանքայնացումը՝ կախված շահագործման տևողությունից:

Նախ (1) բանաձևով հաշվարկենք  $i_a$ -ն.

$$i_a = \frac{100 \times 86,4}{3,14 \times 70 \times 30 \times 1100} = 0,0012,$$

որտեղից երևում է, որ  $i_a > i_0$ , այսինքն՝ նշված քանակի ջրառի դեպքում տեղի է ունենում աղահամ ջրերի ներդրում: Ներդրումն սկսելու ժամանակահատվածը ըստ (3) բանաձևի կկազմի՝

$$T = \frac{0,04}{70 \times 0,00115} \left( \frac{8640}{2 \times 3,14 \times 70 \times 30 \times 0,00115} \ln \frac{8640}{8640 - 3,14 \times 70 \times 0,00115 \times 30 \times 1100} - 1100 \right) = 0,49 \times (570 \times 3,38 \times 1,47 - 1100) = 0,49 \times 826,6 = 405 \text{ օր:}$$

Վերցվող ջրի հանքայնացման փոփոխությունը շահագործման տարբեր ժամանակահատվածների համար բերված է աղյուսակում:

*Ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի հանքայնացումը նրանց շահագործման տարբեր ժամկետների դեպքում*

t		C <sub>0</sub> , q/l	C <sub>1</sub> , q/l	T, օր	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\arccos \sqrt{\frac{T}{t}}$	C, q/l
տարի	օր						
1,11	405	0,8	2,0	405	1	0	0,8
3	1005	0,8	2,0	405	0,37	1,187	1,25
5	1825	0,8	2,0	405	0,22	1,340	1,31
10	3650	0,8	2,0	405	0,11	1,457	1,36
20	7300	0,8	2,0	405	0,055	1,518	1,38
30	10000	0,8	2,0	405	0,041	1,530	1,385

Ինչպես երևում է աղյուսակից, ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերը շահագործելիս նրանցում աղահամ ջրերի ներդրումը կատարվում է շահագործումից 405 օր անց: Հետագա շահագործման ժամկետներում քաղցրահամ ջրերի հանքայնացումը աստիճանաբար բարձրանում է, սակայն այն ամբողջ ամորտիզացիոն շրջանի ընթացքում (30 տարի) մնում է թույլատրելի սահմաններում: Իսկ իրականում մատակարարվող ջրի հանքայնացումը կլինի ավելի փոքր, քանի որ հաշվարկներում շահագործման ժամկետը դիտարկվում է առանց ընդհատումների, մինչդեռ Կուբայում բնակչության խմելու ջրի մատակարարումը օրվա մեջ կատարվում է 16 ժամ տևողությամբ:

Այսպիսով, ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի ընտրված տեղամասից ջրի հան կառույցների տեղակայման առաջարկվող սխեմայի և դասավորության դեպքում կարելի է կատարել Տրինիդադ քաղաքի և նրան հարակից տուրիստական բազայի ջրամատակարարման համար պահանջվելիք լրացուցիչ քանակի ջրի հանում, որի հանքայնացումը ամբողջ շահագործման ընթացքում մնում է թույլատրելի սահմաններում:

Բոլոր դեպքերում ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի շահագործման ժամանակ անցանկալի հետևանքներից խուսափելու համար անհրաժեշտ է ստեղծել ռեժիմային դիտարկային ցանց և վարել ստորերկրյա ջրերի քանակական և որակական մոնիտորինգ: Այն հնարավորություն կտա շահագործմանը ներկայացվող պահանջներից շեղումներ հայտնաբերելու դեպքում ժամանակին ձեռնարկել կանխարգելիչ միջոցառումներ:

*ԵՊՀ ջրաերկրաբանության և ճարտարագիտական երկրաբանության ամբիոն,  
ՀՀ Բնապահպանության նախարարություն*

*Ստացվել է 20.02.2009*

#### Գ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения (гл. редактор Н.Н. Биндеман). М.: Недра, 1969, 328 с.
2. **Бочевер Ф.М., Веригин Н.Н.** Методическое пособие по расчетам эксплуатационных запасов подземных вод для водоснабжения. М., 1961, 199 с.
3. **Бабушкин В.Д., Глазунов И.С., Гольдберг Н.И.** и др. Поиски, разведка, оценка запасов и эксплуатация линз пресных вод. М: Недра, 1969, 304 с.

Ж. А. АЧОЯН, В. Ж. АЧОЯН

### УСЛОВИЯ ВОЗМОЖНОГО ВНЕДРЕНИЯ СОЛЕВОЙ ИНТРУЗИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИЛЕГАЮЩИХ К НЕЙ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (на примере города Тринидад Республики Куба)

#### Резюме

На основе натурных исследований и гидрогеологических расчетов в пределах месторождения подземных вод, расположенного между южной частью г. Тринидад (Республика Куба) и Карибским морем, выбран эксплуатационный участок пресных подземных вод. На участке при предлагаемых схеме расположения водозаборных сооружений (скважин) и режиме их работы можно извлекать дополнительно требуемое количество воды (100 л/с) для водоснабжения г. Тринидад и прилегающей к нему туристической базы. При этом, согласно приведенным расчетам, минерализация откачиваемых вод за эксплуатационный период (30 лет) остается в допустимых пределах.

Zh. A. ACHOYAN, V. Zh. ACHOYAN

### CONDITIONS OF POSSIBLE INTRUSION OF SALT DURING THE EXPLOITATION OF SWEET WATERS (on example of Trinidad, Cuba)

#### Summary

Based on the nature exploration and hydrogeological calculations on the subsurface water deposits located in the south part of Trinidad City and Caribbean Sea (Republic of Cuba), it has been chosen an exploitation section of sweet sub-surface waters. On this section with the chosen scheme of distribution of water-proof buildings (boreholes), it is possible to pump out more quantities of needed water (100 L per second) for the Trinidad City and the tourist center located near the city. By the way according to the mentioned calculations the mineralization of the pumped out water during the exploitation period (30 years) will remain in allowed limits.