

УДК 556.1

© С.В. Телима¹, канд. техн. наук;
Я.А. Тугай², канд. техн. наук;
Є.О. Олійник², провідний інженер;
Г.В. Майстренко², аспірант

¹Інститут гідромеханіки НАН України, м. Київ

²Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ

РОЗРАХУНОК БЕРЕГОВОГО ПРОМЕНЕВОГО ВОДОЗАБОРУ ПРИ БОКОВОМУ ФІЛЬТРАЦІЙНОМУ ПОТОЦІ

Наводиться методика розрахунку параметрів променевого водозабору (дренажу) при боковому фільтраційному притоці води, розроблений на основі використання метода фільтраційних опорів стосовно складних гідрогеологічних умов. Подається приклад розрахунку шестипроменевого водозабору.

Ключові слова: променевий водозабір (дренаж), метод фільтраційних опорів, дебіт (витрата), напір, водоносна товща (шар), радіус сферичного фільтра

Відомо, що метод фільтраційних опорів є доцільним і ефективним при вирішенні різних задач фільтрації до водозабірних споруд у складних гідрогеологічних і природних умовах за наявності недосконалих границь живлення і стоку [1]. Такими спорудами дуже часто є недосконалі променеві водозабори і дренажі, коли воду потрібно забирати з двох-, трьохшарових водоносних товщ невеликої потужності, з різними коефіцієнтами фільтрації окремих шарів [2, 3, 4]. У цих випадках метод фільтраційних опорів дозволяє без зменшення точності практичних розрахунків значно спростити вирішення цих задач фільтрації. Як приклад наводимо розрахунок променевого водозабору (дренажу) з боковим притоком із різних джерел живлення.

Відповідно до методу фільтраційних опорів витрата кожного i -го горизонтального променя променевого водозабору (дренажу) в цих умовах визначається за такою універсальною залежністю:

$$Q_{gi} = \frac{2\pi TS_{gi} l_i}{F_i + \Phi_i}. \quad (1)$$

Тоді загальний дебіт (витрата) променевого водозабору (дренажу), який складається із N ($N \geq 1$) фільтрів-променів, складає

$$Q = \sum_{n=1}^N Q_{gi}. \quad (2)$$

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

де S_{gi} - задане зниження напору в i -му промені (дрені) (середнє чи в окремій характерній точці), F_i і Φ_i - зовнішній і внутрішній опори i -го променя довжиною l_i .

Як зазначалось вище, опори F_i і Φ_i кожної дрени - променя можуть бути визначені в загальному випадку в результаті строгих рішень задач просторової фільтрації до променевого водозабору (дренажу) [5]. Однак реалізація моделей просторової фільтрації для визначення опорів Φ вимагає використання складних чисельних методів рішення задачі і аналізу одержаних результатів. Тому для практики при визначенні опорів Φ досить розглянути і виконати рішення більш простих локальних схем просторового радіального притоку підземних (грунтових) вод до променевого дренажу [3]. Доцільність запропонованого підходу визначення опорів Φ підтверджена більш строгими чисельними розрахунками.

У загальному випадку опір на гідродинамічну недосконалість Φ в умовах променевого водозабору (дренажу), який складається із взаємодіючих між собою фільтрів-променів, буде сумою двох опорів: основного Φ_* і додаткового $\Delta\Phi$, тобто маємо

$$\Phi = \Phi_* + \Delta\Phi, \quad (3)$$

де Φ_* - основний опір на недосконалість фільтра-променя, який розглядається, $\Delta\Phi$ - додатковий опір, який враховує вплив на недосконалість сусідніх дрен-променів при їх близькому розташуванні ($r_k < m$). У випадку однорідного водоносного пласта опір Φ і його складові Φ_* і $\Delta\Phi$ будуть визначатись за формулами

$$\Phi = mf, \quad \Phi_* = mf_*, \quad \Delta\Phi = m\Delta f, \quad (4)$$

де $f = f_* + \Delta f$, f_* і Δf - відповідні безрозмірні опори, які визначаються з використанням загального рівняння фільтрації до точкового джерела [3, 6].

$$\varphi = \frac{q}{2\pi m} \left[\ln \frac{4m}{l} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} K_0 \left(\frac{\pi n r}{m} \right) \cos \frac{\pi n z}{m} \cos \frac{\pi n b}{m} \right]. \quad (5)$$

Для схеми радіального притоку до променевого дренажу з рівномірним розташуванням у плані променів пропонуються для визначення опорів f і Δf такі рівняння

$$f_* = 4 \sum_{n=1}^{\infty} \int_0^{l/2} K_0 \left(\frac{\pi n}{m} \sqrt{\eta^2 + r^2} \right) \cos^2 \frac{\pi n b}{m} d\eta, \quad (6)$$

$$\Delta f = 2 \sum_{j=1}^{N-1} \sum_{n=1}^{\infty} \int_0^l K_0 \left(\frac{\pi n \rho_j}{m} \right) \cos^2 \frac{\pi n b}{m} d\eta, \quad (7)$$

де

$$\rho_j = \sqrt{\eta^2 - \eta l \cos\left(\frac{2r}{l} - \frac{2\pi}{N} j\right) + \frac{l^2}{4}}, \quad (8)$$

$$0 \leq \eta \leq l.$$

Інтегрування цих рівнянь було одержано окремо для довгих $l \geq 2m$ і коротких променів $l < 2m$. У першому випадку промінь кінцевої довжини l можна розглядати як нескінченно довгий промінь $l \rightarrow \infty$, а в другому випадку кожний короткий промінь замінюється еквівалентним сферичним променем радіусом r_0 .

У результаті проведеного аналізу одержаних досить громіздких виразів для практичного використання запропоновані такі залежності: для довгих променів ($l \geq 2m$) маємо

$$f_k = \ln \frac{m}{2\pi r \sin \frac{\pi(2b+r)}{2m}}, \quad (9)$$

$$\Delta f = 2 \sum_{k=2}^N f_k(l_k, b), \quad (10)$$

$$f_k(l_k, b) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} e^{\frac{\pi n l_k}{m}} \cos^2 \frac{\pi n b}{m}; \quad (11)$$

при будь-якому розташуванні променя по глибині ($b \neq 0$);

$$f_k = 2 \ln \frac{m}{\pi r}, \quad (12)$$

$$\Delta f = -2 \sum_{k=2}^N \ln \left(1 - e^{-\frac{\pi l_k}{m}} \right), \quad (13)$$

при розташуванні променя у покрівлі пласта ($b = 0$).

У наведених формулах: r - розрахунковий радіус фільтра (дрени); l_k - віддаль від середини фільтра-променя, який розглядається ($k = 1$), до середини променів ($k = 2, 3, \dots, N$). Якщо ця віддаль буде $l_k > m$, то практично можна не враховувати вплив цієї дрени, тобто, приймати в розрахунках $f_k = 0$ ($\Delta f = 0$). Так, наприклад, у випадку 4-х променевого дренажу з рівномірним розташуванням променів $\Delta f = 2(f_{n_2} + f_{n_3} + f_{n_4})$. Так як $l_3 = l > 2m$, $l_2 = l_4$, то маємо $f_{n_3} = 0$, $f_{n_2} = f_{n_4}$ і остаточно $\Delta f = 4f_{n_2}$. Ряди в наведених формулах сходяться швидко, і тому в розрахунках досить взяти суму з декількох перших членів. Для зручності розрахунку на основі формул (11) і (13) побудовано графік $f_k = f(l_k, b)$, наведений на рис.1.

Для коротких фільтрів-променів ($l < 2m$) маємо

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

$$f_s = 2\pi \frac{l}{m} f_{s_s}, \quad (14)$$

$$\Delta f = 2\pi \frac{l}{m} \Delta f_{s_s}, \quad (15)$$

$$\Delta f_{s_s} = \sum_{k=2}^N f_{s_{sk}}, \quad (16)$$

де f_{s_s} приймається за допомогою графіка $f_{s_s} = f\left(\frac{r_0}{m}, \frac{b}{m}\right)$, наведеного на рис.2, на якому

$f_{s_s} = \frac{\xi m}{\delta l}$, $\delta = 1,356r$, а $f_{s_{sk}}$ - також із цього графіка, на якому замість $\frac{r_0}{m}$ береться відно-

шення $\frac{l_k}{m}$. На графіку (рис.2) r_0 - радіус сферичного фільтра, який приймається за форму-

лою

$$r_0 = \frac{l}{2 \ln \frac{l}{1,356r}}, \quad (17)$$

l_k - віддаль від середини фільтра-променя ($k = 1$), який розглядається, до середини фільтрів-променів ($k = 2, 3, \dots, N$). Це відношення враховується, як і у випадку довгих фільтрів-променів, але тільки при $l_k < m$.

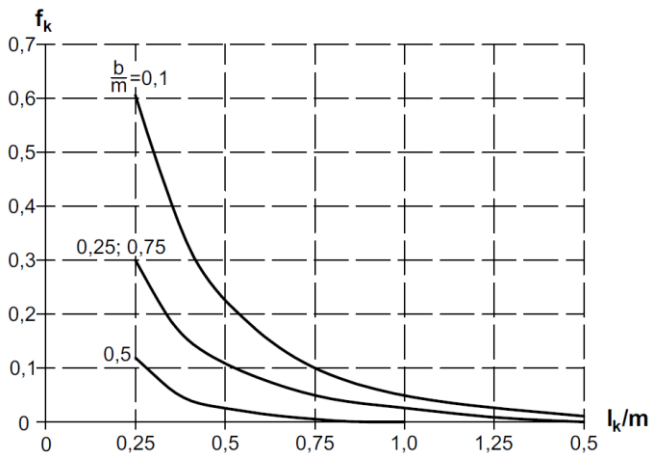


Рис. 1 - Графік залежності $f_k = f(l_k, b)$

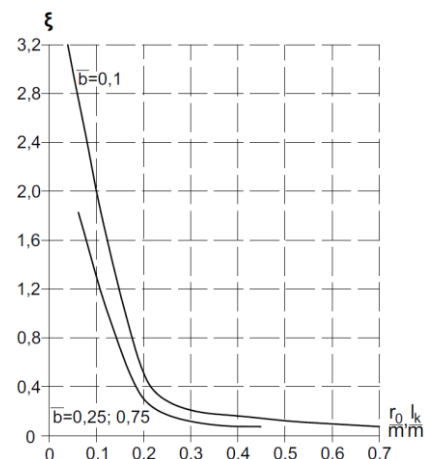


Рис. 2 - Графік залежності $f_{s_s} = f\left(\frac{r_0}{m}, \frac{b}{m}\right)$

Із наведених залежностей можна зробити такі висновки:

1) опір Φ_s залежить тільки від розмірів фільтра-променя і його розташування по глибині фільтраційного потоку і не залежить від кількості променів, N , так і від їх розташування в плані.

2) розташування фільтрів-променів у плані, як рівномірне, так і нерівномірне, а також їх кількість, N , враховується додатковим опором $\Delta\Phi$. При цьому для схеми променевого водозабору (дренажу) з N рівномірно розташованими променями додатковий опір $\Delta\Phi$ для кожного фільтра буде однаковим; для схеми променевого водозабору з N нерівномірним розташуванням променів кожний фільтр буде мати свій опір $\Delta\Phi$, який також може бути визначений за наведеними вище залежностями.

Для променевого водозабору чи дренажу, які дренують чи забирають воду з двошарової водоносної товщі (пласта) розрахунок виконується за формулою (1), в якій приймається водопровідність двошарової товщі (пласта) $T = k_1 m_1 + k_2 m_2$, а опір Φ буде залежати від параметрів цього пласта. У подальшому обмежимося розглядом найбільш поширеного на практиці випадку довгих фільтрів-променів. При складанні залежностей для визначення опорів Φ у двошаровому ґрунті були використані розроблені нами [1, 3] принципи і підходи побудови аналогічних залежностей для інших дренажів.

При розташуванні променевого водозабору (дренажу) у верхньому шарі пласта маємо:

$$\Phi = m_1 \frac{(1-\lambda_1)\lambda_1}{2} f_1 + \frac{T}{k_1} \frac{(\lambda_1-1)\lambda_1}{2} \bar{f}_1 - m(\lambda_1^2 - 1)f, \quad (18)$$

де $\lambda_1 = \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}$, f_1, f - безрозмірні опори в однорідному ґрунті відповідної потужності m_1 і

$m = m_1 + m_2$, які визначаються за наведеною вище методикою.

При розташуванні променевого водозабору (дренажу) в нижньому шарі двошарової товщі (пласта) маємо

$$\Phi = m_2 \frac{(1-\lambda_2)\lambda_2}{2} f_2 + \frac{T}{k_2} \frac{(\lambda_2-1)\lambda_2}{2} \bar{f}_2 - m(\lambda_2^2 - 1)f, \quad (19)$$

де $\lambda_2 = \frac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2}$, f_2, f - безрозмірні опори в однорідному ґрунті відповідної потужності m_2 і

$m = m_1 + m_2$, які визначаються за наведеною вище методикою; k_1, k_2 - коефіцієнти фільтрації верхнього і нижнього шарів потужностями m_1 і m_2 . Безрозмірні опори \bar{f}_1 і \bar{f}_2 визначаються за формулами

$$\bar{f}_1 = 2 \ln \frac{4m_1 \cos \frac{\pi b}{m_1}}{\pi \sqrt{2r}(b + 0,5r)}, \quad \text{при } b \neq 0, \quad (20)$$

$$\bar{f}_1 = 2 \ln \frac{4m_1}{\pi r}, \quad \text{при } b = 0, \quad (21)$$

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

$$\bar{f}_2 = \ln\left(\frac{4m_2}{\pi r} \operatorname{tg} \frac{\pi\alpha}{2m_2}\right), \quad \text{при } \alpha < m_2 - r, \quad (22)$$

$$\bar{f}_2 = 2 \ln\left(\frac{4m_2}{\pi r}\right), \quad \text{при } \alpha = m_2 - r, \quad (23)$$

де b , α - відповідно віддалі до фільтрів-променів від кривлі і підшови двошарового пласта.

У таблиці 1 наведені деякі розрахунки опорів Φ , f_1 , f_* і Δf для відношення $\frac{r}{m} = 0,1$ за наведеними вище залежностями для променевого водозабору з рівномірно розташованими променями в однорідному пласті потужністю $m = 10$ м. Із таблиці 1 випливає: а) у випадку довгих фільтрів-променів ($l > 2m$) додатковий опір Δf практично можна не враховувати при $N \leq 4$; б) основний і додатковий опори суттєво зменшуються при віддаленні фільтра-променя від покрівлі (підшови) пласта і будуть найменшими при розташуванні фільтра-променя десь посередині пласта; в) у випадку коротких фільтрів ($l < 2m$) додатковий опір суттєво збільшується зі збільшенням кількості променів і при $N > 4$ буде дорівнювати і навіть може бути більшим основного опору.

Таблиця 1 - Результати розрахунку опорів променевого дренажу

N	b/m	l/m	Δf	f_1	f	$\Phi, \text{м}$
2	0	2,0	-	2,32	2,32	23,2
	0,25	2,0	-	0,68	0,68	8,8
	0,5	2,0	-	0,48	0,48	4,8
	0	0,5	-	1,57	1,57	15,7
	0,25	0,5	-	0,63	0,63	6,3
	0	0,5	-	0,41	0,41	4,1
3	0	2,0	0,04	2,32	2,36	23,6
	0,25	2,0	-	0,68	0,68	6,8
	0,5	2,0	-	0,48	0,48	4,8
	0	0,5	0,40	1,57	1,97	19,7
	0,25	0,5	0,16	0,63	0,79	7,9
	0	0,5	0,04	0,41	0,45	4,5
4	0	2,0	0,12	2,32	2,44	24,4
	0,25	2,0	0,04	0,68	0,72	7,2
	0,5	2,0	-	0,48	0,48	4,8
	0	0,5	0,64	1,57	2,21	22,1
	0,25	0,5	0,20	0,63	0,83	8,3
	0	0,5	0,08	0,41	0,49	4,9
6	0	2,0	0,20	2,32	2,52	25,2
	0,25	2,0	0,08	0,68	0,76	7,6
	0,5	2,0	0,02	0,48	0,50	5,0
	0	0,5	1,72	1,57	3,29	32,9
	0,25	0,5	0,6	0,63	1,23	12,3
	0	0,5	0,36	0,41	0,77	7,7

На підставі теоретичного рішення задач усталеної планової фільтрації до променевих водозаборів, а також до інших дренажних споруд були одержані деякі аналітичні рішення для визначення зовнішніх опорів F . Як уже зазначалось вище, області фільтрації, які обмежені різними по окресленню в плані границями потоку, часто можуть бути приведені завдяки схематизації ґрунтового потоку до кругової області фільтрації радіусом R [1, 2]. Для цієї схеми радіального потоку до променевого водозабору (дренажу) з рівномірно розташованими однакою довжини l в плані N променями із заданими однаковими зниженнями на всіх фільтрах-променях S і однаковими опорами Φ рахункова формула для визначення витрати променевого водозабору буде мати вигляд

$$Q_N = \frac{2\pi TSIN}{F_N + \Phi}. \quad (24)$$

Вирішивши вираз (24) відносно S , одержимо формулу для визначення середнього зниження рівня (напору) на фільтрах-променях (наближено на водозбірному колодязі) при заданій витраті Q променевого водозабору. Проте в загальному випадку в залежності від N опір F_N буде різним, і тому в цьому загальному випадку витрати Q визначаються за формулою (2). У цьому випадку зовнішній опір F_N зручно представити у вигляді

$$F_N = F_1 + \Delta F_N, \quad (25)$$

де F_1 - зовнішній опір при радіальному притоці до одиночного фільтра (дрени) довжиною l , який визначається за залежністю

$$F_1 = l \ln \frac{2R}{l} + l - 2r \operatorname{arctg} \frac{l}{2r}. \quad (26)$$

Оскільки часто $r \ll l$, то формула (26) може бути спрощена до вигляду

$$F_1 = l \left(\ln \frac{2R}{l} + 1 \right). \quad (27)$$

Додатковий зовнішній опір ΔF_N ($N=2,3,4,6,8$), враховує вплив кількості променів і визначається за формулами

$$\begin{aligned} \Delta F_2 &= l \left(\ln \frac{2R}{l} - 0,40 \right), \\ \Delta F_3 &= l \left(2 \ln \frac{2R}{l} - 0,575 \right), \end{aligned} \quad (28)$$

$$\Delta F_4 = I \left(3 \ln \frac{2R}{l} - 1,32 \right),$$

$$\Delta F_6 = I \left(5 \ln \frac{2R}{l} - 2,80 \right),$$

$$\Delta F_8 = I \left(7 \ln \frac{2R}{l} - 5,25 \right).$$

Для зручності визначення зовнішнього опору F_N і додаткових опорів ΔF_N на рис.3, 4

наведено розрахункові графіки $\frac{F_N}{IN} = f\left(N, \ln \frac{2R}{l}\right)$ і $\frac{\Delta F_N}{IN} = f\left(N, \ln \frac{2R}{l}\right)$.

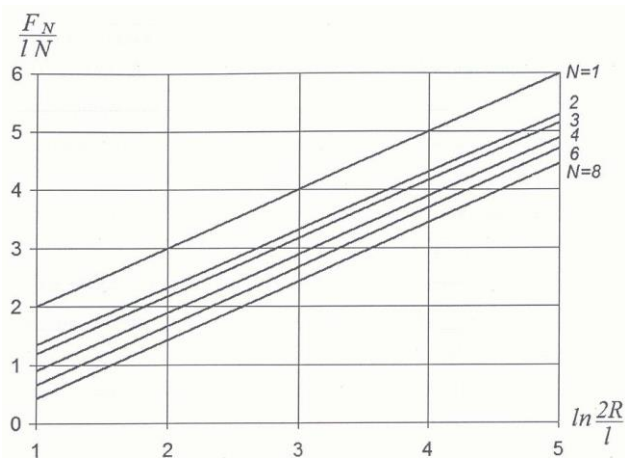


Рис. 3 - Графік залежності $F_N = f(R, l, N)$

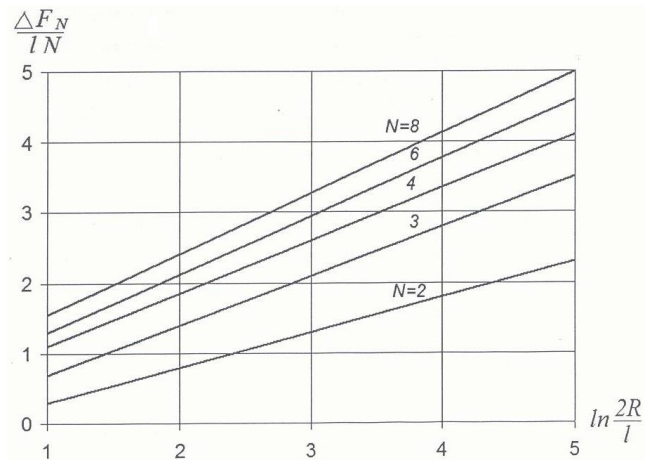


Рис. 4 - Графік залежності $\Delta F_N = f(R, l, N)$

Формулу (25) для подальшого аналізу зручно представити у вигляді

$$F_N = F_1 + (1 + \gamma_N), \tag{29}$$

де поправочний коефіцієнт $\gamma_N = \frac{\Delta F_N}{F_1}$, який враховує взаємний вплив (інтерференцію) горизонтальних досконалих фільтрів-променів.

При значному віддаленні променевого дренажу від кругової границі живлення ($R > 3l$) при практичних розрахунках недосконалий променевий дренаж у випадку коротких фільтрів-променів доцільно привести до досконалого великого колодзя, до якого, як відомо, фільтраційний приток визначається за формулою

$$Q = \frac{2\pi T S_\phi}{\ln \frac{R}{r_{1h}}}, \tag{30}$$

де розрахунковий радіус цього недосконалого колодзя, r_{1h} , буде

$$r_h = \alpha r_l \tag{31}$$

де $\alpha = \exp(-\Phi)$ і враховує недосконалість променевого дренажу. У випадку досконалого променевого дренажу у формулі (31) приймається $\alpha = 1$, а r_l - радіус еквівалентного досконалого колодязя при заміні досконалого променевого дренажу, який приймається із графіка на рис.5.

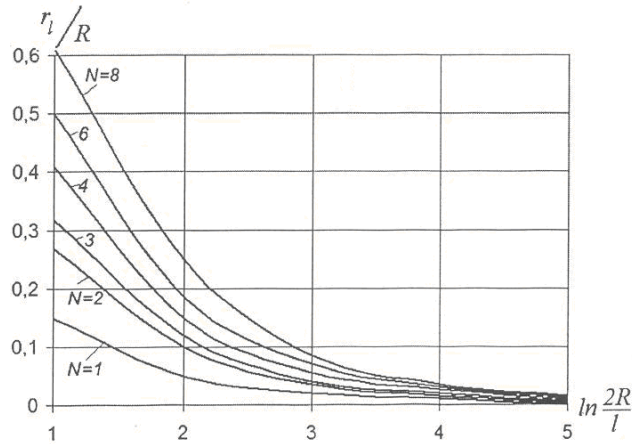


Рис.5. Графік залежності $r_l = f(N, R, l)$

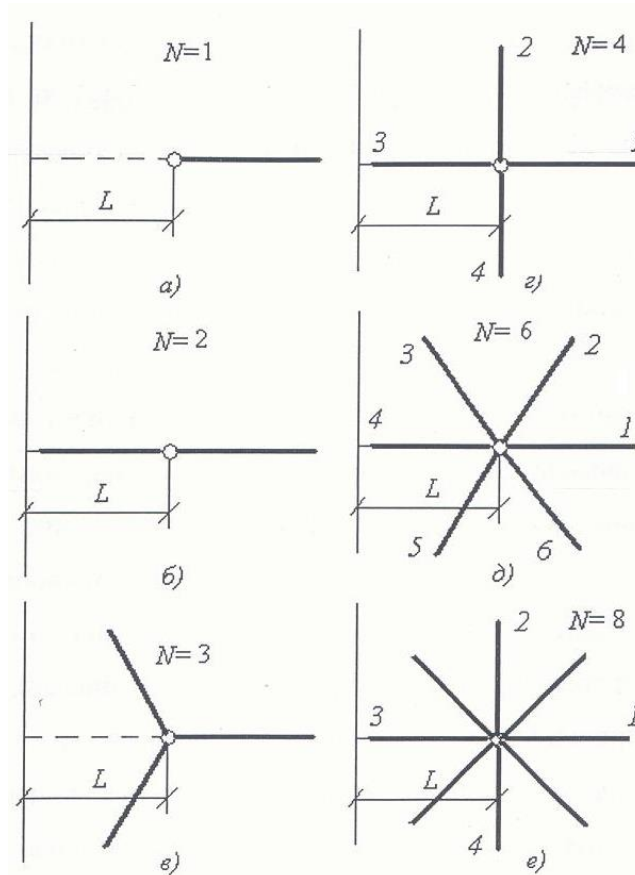


Рис. 6 - Фільтраційні схеми одностороннього притоку до променевих водозаборів (дренажів)

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

Для другої широко розповсюдженої на практиці півобмеженої області фільтрації, а саме: при односторонньому притоці (із річки, водосховища, прилеглої території) (рис.6) навіть у випадку променевого водозабору з рівномірним розташуванням у плані фільтрів-променів зовнішній опір F буде різним для кожного фільтра (хоча внутрішній опір Φ буде однаковим). Таким чином, у загальному випадку визначення витрат фільтрів-променів виконується за залежністю (2). З використанням цієї залежності одержано загальне рішення фільтраційної схеми потоку при заданому (відомому) зниженні середнього рівня S_{ϕ} , в кожній дрени-промені. У ній, в залежності від кількості променів N , зовнішній опір F вираховується за формулою (25). У формулі (25), в свою чергу, приймається: зовнішній опір одиночного фільтра при односторонньому притоці F_1 , визначається так

$$F_1 = l \ln \frac{2L+l}{l} + 2L \ln \frac{2L+l}{2L}, \quad (32)$$

а додатковий опір ΔF_N для цієї схеми притоку (рис.6) визначається за такими залежностями

$$\begin{aligned} \Delta F_2 &= l \ln \frac{2L-l}{l} + 2L \ln \frac{2L}{2L-l}, \\ \Delta F_3 &= l \ln \frac{l^2 - 2Ll + 4L^2}{l^2} + L \ln \frac{4L^2}{l^2 - 2Ll + 4L^2} + 2\sqrt{3}L \arctg \left(\frac{\sqrt{3}l}{4L-l} \right); \\ \Delta F_4 &= l \ln \frac{l^2 + 4L^2}{l^2} + 2L \ln \frac{2L}{2L-l} + l \ln \frac{2L-l}{l} + 4L \arctg \left(\frac{l}{2L} \right); \\ \Delta F_6 &= l \ln \frac{l^2 + 2Ll + 4L^2}{l^2} + l \ln \frac{l^2 - 2Ll + 4L^2}{l^2} + 2L \ln \frac{2L}{2L-l} + l \ln \frac{2L-l}{l} + \\ &+ L \ln \frac{l^2 + 2Ll + 4L^2}{l^2 - 2Ll + 4L^2} + 2\sqrt{3}L \left(\arctg \frac{L+l}{\sqrt{3}L} - \arctg \frac{L-l}{\sqrt{3}L} \right); \\ \Delta F_8 &= l \ln \frac{l^2 + 4L^2}{l^2} + l \ln \frac{l^2 + 2\sqrt{2}Ll + 4L^2}{l^2} + l \ln \frac{l^2 - 2\sqrt{2}Ll + 4L^2}{l^2} + 2L \ln \frac{2L}{2L-l} + l \ln \frac{2L-l}{l} + \\ &+ 2\sqrt{2}L \ln \frac{l^2 + 2\sqrt{2}Ll + 4L^2}{l^2 - 2\sqrt{2}Ll + 4L^2} + 2\sqrt{2}L \left(\arctg \frac{\sqrt{2}L+l}{\sqrt{2}L} - \arctg \frac{\sqrt{2}L-l}{\sqrt{2}L} \right) + 4L \arctg \frac{l}{2L}. \end{aligned} \quad (33)$$

Тут F_1 - зовнішній опір при односторонньому притоці до одиночного фільтра (дрени) променя, L - віддаль від границі живлення до водозбірного колодязя, ΔF_N - додатковий зовнішній опір, який враховує вплив кількості фільтрів-променів $N = 2,3,4,6,8$ і який також можна визначити за графіком (рис.7), побудованим за формулами (33). Загальний опір F можна ви-

значати за формулою (25), використовуючи співвідношення $\gamma_N = \frac{\Delta F_N}{F_1}$, яке приймається із графіка (рис. 9). Для наближеного визначення опору F при значному віддаленні променевого дренажу чи водозабору від прямолінійної границі живлення $\frac{L}{l} \geq 2 - 3$ при однакових довжинах l пропонується така наближена формула:

$$F_N = IN \ln \frac{2L\sqrt[N]{4}}{l}. \tag{34}$$

Величини опорів F_N , які розраховані за формулою (34), наведені на графіку на рис. 8 (пунктирні лінії). Із цього графіка випливає, що формула (34) дає занижені значення F десь на 20-30%, зокрема, зі збільшенням кількості променів ця розбіжність збільшується.

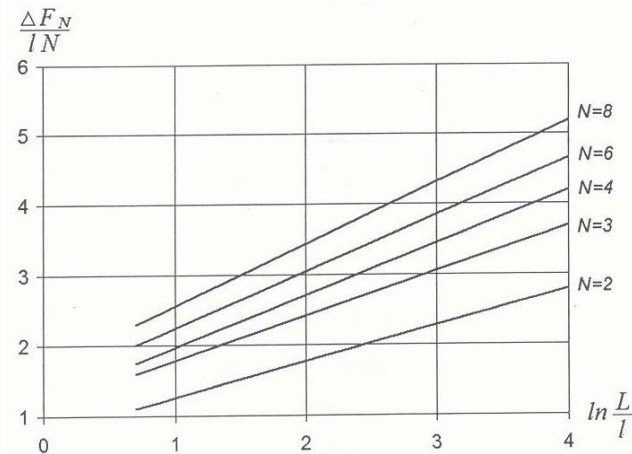


Рис. 7 - Графік залежності $\Delta F_N = f(L, l, N)$

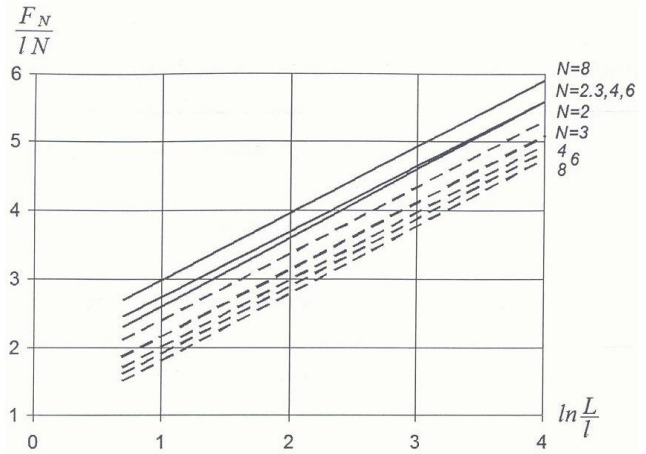


Рис. 8 - Графік залежності $F_N = f(L, l, l)$

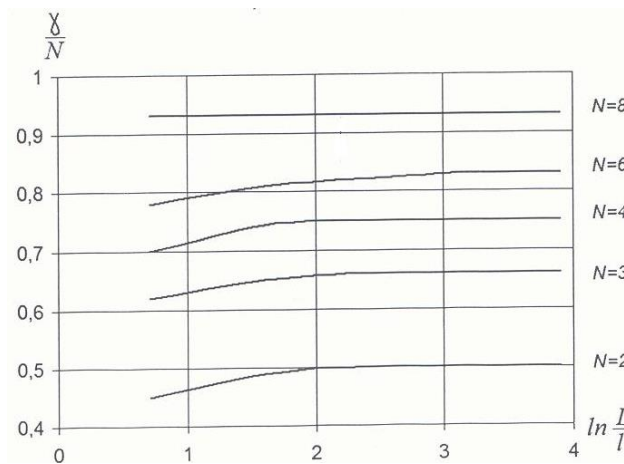


Рис. 9 - Графік залежності $\gamma = f(L, l, N)$

Визначення дебіту променевого водозабору проводимо за формулою (24). Для цього попередньо знаходимо $T = 0,5 \cdot 5 + 5 \cdot 10 = 52,5$ м²/доба, $\lambda_2 = 0,82$. Так як при розрахунку опорів f , f_2 і \bar{f}_2 витримується умова $l > 2m$, тобто $\Delta f = 0$, то приймаємо $f = f_*$, $f_2 = f_2$, $\bar{f}_2 = \bar{f}_2$ і їх визначення проводимо за формулами (9) і (22) $f = 3,69$, $f_2 = 2,97$, $\bar{f}_2 = 5,52$.

Після цього за формулою (19) визначаємо опір $\Phi_* = 30,0$ м, а за формулою (25) - опір $F_6 = 994,7$ м, визначивши перед цим за формулами (32) і (33) опори $F_1 = 176,3$ м і $\Delta F_6 = 818,4$ м. Таким чином, дебіт (витрата променевого водозабору за формулою (24) буде

$$Q_6 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 52,5 \cdot 8 \cdot 50 \cdot 6}{994,7 + 30,0} = 772,6 \text{ м}^3/\text{доба}.$$

Список використаної літератури

1. Олейник А.Я. Фильтрационные расчеты вертикального дренажа. Киев, Наукова думка, 1978 г., 202 С.
2. Дренажные системы в зоне орошения. Под редакцией А.Я.Олейника. К.: Урожай, 1986 – 192 с.
3. Олейник А.Я. Геогидродинамика дренажа. Киев, Наукова думка, 1981 г., 283 с.
4. Тугай А.М., Тугай Я.А. Водопостачання. Джерела та водозабірні споруди. К.: Українсько-фінський Інститут менеджменту і бізнесу. 1998. – 196 с.
5. Бездітний Б.П., Олійник Е.О. Про просторову фільтрацію до променевого дренажу. К.: Доповіді АН УРСР, серія А.№9, 1989, с.33-36.
6. Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде. М.: Гостоптехиздат, 1949, - 628 с.

Стаття надійшла до редакції 23.01.13 українською мовою

С.В. Телима, Я.А. Тугай, Е.А. Олейник, Г.В. Майстренко

Расчет берегового лучевого водозабора при боковом фильтрационном потоке

Приводится методика расчета параметров лучевого водозабора (дренажа) при боковом фильтрационном притоке воды, разработанный на основе использования метода фильтрационных сопротивлений применительно к сложным гидрогеологическим условиям. Подается пример расчета шестилучевого водозабора.

S.V. Telyma, Ya.A. Tugay, Ye.O. Oliynyk, G.V. Maistrenko

Calculation of a horizontal filter well of a shore intake at a lateral filtration flow

The methodic of the calculation of the parameters of the ranney water intake (drainage) at the lateral water flow developed on the base of the flow resistance method for complex hydrogeological conditions is presented. The example of the calculation of the six ranney water intake is considered.