

Практичні заняття №4

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ВОДОЗАБОРІВ, ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЇХ РОБОТИ

Задача №1.

Перевірити можливість збільшення на $p\%$ забору води із трьох свердловин (рис.6), з яких вода за допомогою сифонного водопроводу подається в збірний колодезь. Із збірного колодезя вода збирається насосом марки К 160/30, який при подачі $112 \div 198 \text{ м}^3/\text{год}$ ($31,1 \div 55 \text{ л/с}$) розвиває напір $36,5 \div 28 \text{ м}$. Водозабір характеризується такими даними:

- глибина шару води в пласті від водонепроникного шару до статичного рівня води h_e м;
- коефіцієнт фільтрації K_f м/добу;
- радіус впливу $R=l_1$ м ;
- радіус свердловини $r = 0.2$ м;
- відстань між свердловинами l_3 м;
- водоносний шар – ізольований і необмежений;
- втрати напору в комунікаціях свердловини h_k м;
- геометрична висота підйому води 18 м;
- довжина одного напірного водогону l_7 м;
- кількість напірних водогонів – 2;
- втрати напору в комунікаціях напірної станції h_n м;
- питомий опір водогону $S_{об} = 0,000006785 \text{ (с/л)}^2 \cdot \text{м}$.

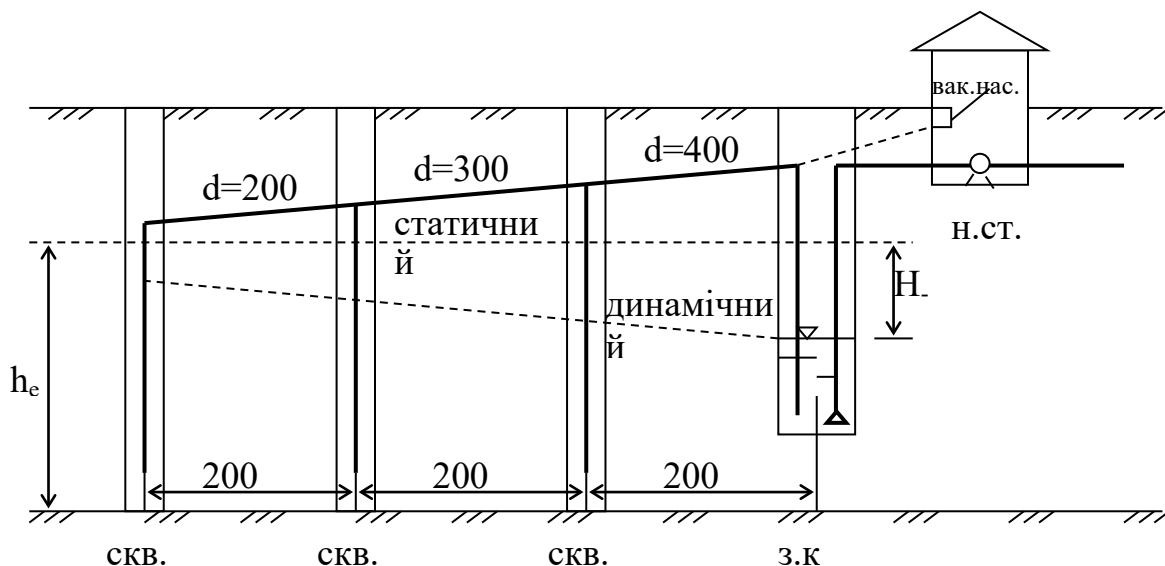


Рисунок 1. – Схема водозабору

Чисельні характеристики водозабору прийняти згідно з додатком А.

Розв'язування типової задачі.

Нехай вихідні дані для задачі будуть: $p = 30\%$, $h_e = 14$ м ,
 $K_\phi = 25$ м/добу, $R = 300$ м , $l_7 = 200$ м , $h_k = 1$ м , $l_8 = 1200$ м , $h_n = 3$ м.

Визначимо середній дебіт однієї свердловини. Прийнемо середню подачу насоса рівною:

$$Q_n = \sum q_i = 170 \text{ м}^3 / \text{год} = 47,2 \text{ л} / \text{с} .$$

Тоді середній дебіт однієї свердловини буде:

$$q_1 = 47,2 / 3 = 15,7 \text{ л} / \text{с} .$$

Знайдемо параметри аналітичної характеристики насоса H_ϕ та S_ϕ :

$$S_\phi = \frac{H_1 - H_2}{Q_2^2 - Q_1^2} = \frac{36,5 - 28}{55^2 - 31,1^2} = 0,00413 (\text{с} / \text{л})^2 * \text{м} ,$$

$$H_\phi = H_1 + S_\phi * Q_1^2 = H_2 + S_\phi * Q_2^2 = 36,5 + 0,00413 * 31,1^2 = 40,5 \text{ м} .$$

Визначити зниження рівня води в свердловинах з врахуванням їх взаємодії і збільшення витрат на $p\%$.

$$h_i = h_e - \sqrt{h_e^2 - \sum_1^n \frac{100 + p}{100} q_i N_{ij}} / (\pi * K_\phi) ,$$

де q_i – дебіт свердловини в $\text{м}^3/\text{добу}$;

N_{ij} – гідравлічний опір для кожної свердловини з врахуванням взаємодії.

Для однієї свердловини:

$$N_0 = \ln \frac{1,65 * R}{r} ,$$

де R – радіус впливу, $R = 300$ м,

r – радіус свердловини, $r = 0,2$ м.

$$N_0 = \ln \frac{1,65 * 300}{0,2} = 7,81 .$$

Для свердловини №1 при її взаємодії із свердловиною №2:

$$N_{1-2} = \ln \frac{R}{l_{1-2}} = \ln \frac{300}{200} = 0,41 .$$

При взаємодії першої свердловини із третьою:

$$N_{1-3} = \ln \frac{R}{l_{1-3}} = \ln \frac{300}{400} = -0,29 .$$

Для свердловини №2 при її взаємодії із першою свердловиною:

$$N_{2-1} = N_{1-2} = 0,41 .$$

При взаємодії другої і третьої свердловини:

$$N_{2-3} = N_{2-1} = 0.41.$$

При взаємодії третьої і другої свердловини:

$$N_{3-2} = N_{2-3} = 0.41.$$

При взаємодії третьої і першої свердловини:

$$N_{3-1} = N_{1-3} = -0.29.$$

Зниження рівня в першій і третій свердловинах буде:

$$h_1 = h_3 = 14 - \sqrt{14^2 - 1.3 \frac{15.7 * 3.6 * 24}{3.14 * 25} (7.81 + 0.41 - 0.29)} = 9.77 \text{ м},$$

в другій свердловині:

$$h_2 = 14 - \sqrt{14^2 - 1.3 \frac{15.7 * 3.6 * 24}{3.14 * 25} (7.81 + 0.41 + 0.41)} = 12.54 \text{ м}.$$

Ці зниження в свердловинах не дозволяють просто збільшити відбір з них на 30% тому, що величина їх перебільшує навіть теоретично можливе зниження (на 10м).

Перевіримо, яка повинна бути глибина води в збірному колодязі при збільшенні відбору води на 30%.

$$H_{зк} = H_{\phi} - H_{Г} - (S_{\phi} + S_{кн} + S_{в}) * Q^2,$$

де $H_{Г}$ - геометрична висота підйому, $H_{Г} = 18$ м,

$S_{кн}$ - опір комунікацій насосної станції.

$$S_{кн} = h_k / Q^2 = 3 / (\sum q_i)^2 = 3 / (47.3)^2 = 0.001347 (c / л)^2 * м;$$

$S_{в}$ - опір водогонів

$$S_{в} = \frac{S_{об} * l_7}{n^2},$$

n - кількість водогонів, $n = 2$.

$$S_{в} = \frac{0,000006785 * 1200}{4} = 0,0020355 (c / л)^2 * м.$$

Q - подача насосної станції з врахуванням її збільшення

$$Q = 1.3 * \sum_1^3 q_i = 1.3 * 47.2 = 61.36 \text{ л / с}.$$

Тоді

$$H_{з.к.} = 40,5 - 18 - (0,00413 + 0,001347 + 0,0020355) * 61,36^2 = -5,8 \text{ м}.$$

Таким чином, збільшення відбору води на 30 % неможливе.

Задача №2. Визначити раціональну схему розміщення 5 свердловин (лінійну чи кільцеву), яка б забезпечувала більшу витрату при однаковій відстані L , однієї свердловини від іншої. Діаметр свердловини D , а радіус впливу після 25 років експлуатації 7500 м. Чисельні значення величин прийняти по додатку А.

Інформація до розв'язання

Порядок визначення схеми розміщення свердловин в водозаборі:

- визначається загальна довжина лінійного водозабору

$$L_{л} = (n - 1) l ,$$

де n – кількість свердловин,

l - відстань між сусідніми свердловинами;

- визначається загальна довжина кільцевої системи

$$L_{к} = l n l ;$$

- визначається фільтраційний опір свердловин при їх лінійному розміщенні

$$\Phi_{л} = \ln \frac{l}{2\pi r} + \frac{\pi R}{l},$$

де R - радіус впливу,

r - радіус свердловини,

- визначається фільтраційний опір свердловин при їх кільцевому розміщенні

$$\Phi_{к} = \ln \frac{R^n}{n r_k^{n-1} r'}$$

де r_k – радіус кільця;

- порівнюються між собою фільтраційні опори і вибирається та схема, у якої фільтраційний опір менший.

Задача № 3. Визначити дебіт шахтного колодязя діаметром $D_{ш}$ м, якщо зниження рівня води в ньому $S_{ш}$, коефіцієнт фільтрації K_f , радіус впливу R , а потужність водоносного шару ΔZ . Відстань від водонепроникного шару до низу колодязя H_3 . Чисельні значення прийняти по додатку А.

Питання для самоконтролю

1. В чому суть основних задач реконструкції водозаборів з підземних джерел?
2. Які проблеми виникають при намаганні збільшити продуктивність водозабору, який існує?
3. Як враховується взаємний вплив свердловин при визначенні їх продуктивності?
4. Суть методів відновлення продуктивності свердловин, які експлуатуються тривалий час?

Таблиця А1 – Чисельні величини вихідних даних

Показник	Одиниці вимірювання	Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
h_c	м	13	14	15	16	17	16	15	14	13	14
K_{ϕ}	м/добу	23	22	20	19	23	19	20	21	22	23
h_k	м	0,9	0,95	1,1	1,05	1,2	1,3	1,2	1,15	1,1	1,0
l_7	м	1000	1050	1100	1200	1250	1300	1250	1200	1150	1100
h_n	м	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
K_{ϕ}	м/добу	13	14	12	13	15	14	13	14	15	15
$D_{ш}$	м	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	3,0
$S_{ш}$	м	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,6
R	м	300	350	400	450	500	450	400	350	300	400
ΔZ	м	40	30	20	30	40	25	35	45	40	30
L	км	10	15	20	17	19	22	27	18	13	20
D	мм	500	600	700	800	1000	900	700	600	500	800
H	м	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,2	2,0