

Практичне заняття

Тема заняття: Аварійно-відновлювальні роботи при експлуатації поверхневих водозаборів, перевірка на стійкість

Мета заняття: виробити вміння й навички розраховувати робочі параметри устаткування для обігріву елементів водоприймальних споруд, опанувати здібності застосування результатів розрахунків для оцінки стійкості будівлі берегового колодязя та забезпечення безаварійних режимів забору води.

Задача №1. Визначити параметри енергетичної установки для обігріву ґрат в період шугоходу, які мають n_1 сталевих стержнів довжиною $H_{ст}$ розмірами $b \times b_2$ в перерізі з прозорами між ними a . Кількість ґрат – 2, швидкість води в прозорах ґрат 0,8м/с, питомий опір матеріалу стержнів ґрат $\rho = 0,098 \times 10^{-6} \text{ Ом} \times \text{м}^2/\text{м}$. Чисельні значення вихідних величин прийняти по додатку А.

Розв'язування типової задачі

Нехай вихідні дані для задачі такі: $n=2$; $n_1=15$; $H_{ст}=1,968\text{м}$; $b \times b_2=30 \times 60\text{мм}$; $a=60\text{мм}$; $v=0,8\text{м/с}$.

Визначити потужність, яка необхідна для обігріву ґрат

$$N = K_1 \alpha (t_{zp} - t_6) \Omega_{zp} / 3600 \text{ кВт},$$

де $K_1=1,5$ - коефіцієнт запасу;

t_{zp} - температура на поверхні стержнів ґрат, $t_{zp} = 0,03^\circ\text{C}$;

t_6 - температура води при шугоході, $t_6 = -0,01^\circ\text{C}$;

Ω_{zp} - площа поверхні стержнів ґрат, яка визначається за формулою

$$\Omega_{zp} = 2 (b + b_2) H_{ст} n_1 n \quad \text{м}^2,$$

$$\Omega_{zp} = 2 (0,03+0,06) \times 1,968 \times 15 \times 2 = 10,63 \text{ м}^2,$$

α - коефіцієнт теплопередачі від ґрат до води

$$\alpha = 13978 \text{ v } (0,05 + 1,5 \text{ v}) , \text{ кДж}/(\text{м}^2 \times \text{ч} \times ^\circ\text{C}),$$

$$\alpha = 13978 \times 0,8 (0,05 + 1,5 \times 0,8) = 13978 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \times \text{ч} \times ^\circ\text{C}).$$

Тоді

$$N = 1,5 \times 13978 (0,03 + 0,01) 10,63 / 3600 = 2,48 \text{ кВт} .$$

Визначити опір одного стержня за формулою

$$R = 8 \rho H_{cm} / (b \times b_2) = 8 \times 0,098 \times 10^{-6} \times 1,968 / (0,03 \times 0,06) = 87,46 \times 10^{-5} \text{ Ом}.$$

Якщо з'єднати обоє ґрат послідовно, їх загальний опір буде дорівнювати

$$R_{ep} = R \times n \times n_1 = 87,46 \times 10^{-5} \times 2 \times 15 = 26,24 \times 10^{-3} \text{ Ом}.$$

Необхідна сила струму в мережі підігріву дорівнює

$$J_{ep} = \sqrt{N / R_{ep}} = \sqrt{2,48 \times 10^3 / (26,24 \times 10^{-3})} = 0,307 \times 10^3 \text{ А} = 307 \text{ А} .$$

При цьому напруга в мережі буде

$$U_{ep} = R_{ep} J_{ep} = 26,24 \times 10^{-3} \times 307 = 8,06 \text{ В}.$$

Така напруга безпечна в експлуатації, але велика сила струму вимагає великого перерізу кабелю, що підводить електроенергію. Якщо підняти напругу до 12В, тоді сила струму повинна бути обмежена величиною

$$J = N / U = 2,48 \times 10^3 / 12 = 207 \text{ А} .$$

Задача №2. Визначити параметри гідроелеватора для видалення осаду з відділення водозабірною колодязя, якщо об'єм приймку **W**, м³, геометрична висота підйому пульпи **H_г**, втрати напору в напірній лінії **h_н**, к.к.д. гідроелеватора **η_{ел}**, відношення площі поперечного перерізу камери змішування гідроелеватора **w_s** до площі струменю робочого потоку **w_p** дорівнює **S**. Щільність осаду, який видаляється **ρ_{ос}**=1100кг/м³, концентрація осаду в пульпі **C_{сум}**=70кг/м³, термін відкачки **T**, співвідношення робочого

поток Q_p і поток суміші $Q_{ел}$ $q_{ел}=Q_p/Q_{ел}$. Чисельні значення вихідних величин прийняти по додатку А.

Розв'язування типової задачі

Нехай відомо, що $W=1\text{м}^3$; $H_{Г}=5,5\text{м}$; $h_{Н}=0,8\text{м}$; $\eta_{ел}=0,25$; $\rho_{ос}=1100\text{кг/м}^3$; $C_{сум}=70\text{кг/м}^3$; $S=4$; $q_{ел}=0,45$; $T=1\text{год}$. Знайти $Q_{ел}$, Q_p , $H_{ел}$, H_p .

Витрата пульпи, яку повинен подавати гідроелеватор, визначається за формулою

$$Q_{ел} = \frac{\rho_{ос} \times W}{C_{сум} \times T},$$

де $\rho_{ос}$ - щільність осаду, $\rho_{ос} = 1100\text{кг/м}^3$;

W - об'єм осаду, що видаляється (об'єм прямоку);

$C_{сум}$ - концентрація осаду в пульпі $C_{сум}=70\text{кг/м}^3$;

T - термін відкачки, $T=1\text{год}$.

$$Q_{ел} = \frac{1100 \times 1}{70 \times 3600} = 0,044\text{м}^3/\text{с} = 15,71\text{ м}^3/\text{год}.$$

Визначити необхідний напір гідроелеватора

$$H_{ел} = H_{Г} + h_{Н} = 5,5 + 0,8 = 6,3\text{ м}.$$

Визначити витрату робочого потоку

$$Q_p = q_{ел} \times Q_{ел} = 0,45 \times 15,71 = 7,07\text{ м}^3/\text{год}.$$

Напір робочого потоку визначається за формулою

$$H_p = \frac{H_{ел}}{\eta_{ел} \left[\frac{2}{S} + \frac{S-2}{S(S-1)^2} q^2 - \frac{1}{S^2} (1+q)^2 \right]} =$$

$$= \frac{6,3}{0,25 \left[\frac{2}{4} + \frac{4-2}{4(4-1)^2} 0,45^2 - \frac{1}{4^2} (1+0,45)^2 \right]} = \frac{6,3}{0,25(0,5 + 0,01 - 0,13)} = 66,3\text{м}$$

Якщо напір H_p менший за напір насосів насосної станції I підйому, для подачі робочого потоку в гідроелеватори необхідно передбачити підкачуючі насоси.

Задача №3. Перевірити на стійкість оголовки з загальним об'ємом (без врахування об'єму водоприймальних вікон і дифузора) $W_{ог}$, об'ємом фундаменту під оголовку $W_{ф}$, щільністю оголовка $\rho_{ог}=2300\text{кг/м}^3$ і щільністю фундаменту $\rho_{ф}=2150\text{кг/м}^3$. Коефіцієнт тертя підшви оголовку по його основі f , площа основи оголовку $\Omega_{ог}$, переріз оголовку, перпендикулярний потоку води $W_{ог}$, коефіцієнт лобового опору оголовку, який залежить від його форми ψ , швидкість води в річці v_p , коефіцієнт підймання оголовку водою $K_{під}$, який залежить від виду ґрунту, на якому стоїть оголовку, плече сил ваги відносно вісі перекидання X_G , плече підймальної сили відносно вісі перекидання X_p . Висота оголовку $h_{ог}$, висота фундаменту $h_{ф}$. Чисельні значення вихідних величин прийняти по додатку А.

Розв'язування типової задачі

Нехай відомо, що $W_{ог}=6,974\text{м}^3$; $W_{ф}=2,31\text{м}^3$; $\rho_{ог}=2300\text{кг/м}^3$; $\rho_{ф}=2150\text{кг/м}^3$; $f=0,3$; $\Omega_{ог}=4,62\text{м}^2$; $w_{ог}=1,76\text{м}^2$; $\psi=0,3$; $v_p=0,7\text{м/с}$; $K_{під}=0,95$; $X_G=2,1\text{м}$; $X_P=2,1\text{м}$; $h_{ог}=1,6\text{м}$; $h_{ф}=0,5\text{м}$.

Визначити силу вагу оголовку

$$G_{ог} = m_{ог} g = \rho_{ог} W_{ог} g = 2300 \times 6,974 \times 9,81 = 157354 \text{ Н} = 157,354 \text{ кН}.$$

Визначити силу ваги фундаменту

$$G_{ф} = m_{ф} g = \rho_{ф} W_{ф} g = 2150 \times 2,31 \times 9,81 = 48721 \text{ Н} = 48,721 \text{ кН}.$$

Визначити підймальну силу, яка діє на оголовок

$$P = K_{під} g \rho_{в} \Omega (h_{ог} + h_{ф}) \\ = 0,95 \times 9,81 \times 1000 \times 4,62 (1,6 + 0,5) = 90417 \text{ Н} = 90,417 \text{ кН}.$$

Визначити силу гідродинамічного тиску води

$$F = \psi g \rho_{в} w \frac{v^2}{2g} = 0,3 \times 9,81 \times 1000 \times 1,76 \frac{0,7^2}{2 \times 9,81} = 129 \text{ Н} = 0,129 \text{ кН}.$$

Коефіцієнт запасу оголовку на зрушення визначається за формулою

$$K_{зр} = \frac{(G - P) f}{F} = \frac{(157,354 + 48,721 - 90,417) \times 0,3}{0,129} = 299 \gg |K_{дон}|.$$

Коефіцієнт запасу оголовку на перекидання визначається за формулою

$$K_{пер} = \frac{G \times X_G}{F y_F + P X_P},$$

де $y_F = h_{ф} + 0,6 h_{ог}$.

$$K_{пер} = \frac{(157,354 + 48,721) \times 2,1}{0,129 (0,5 + 0,6 \times 1,6) + 90,418 \times 2,10} = 2,28 > |K_{пер.дон}|.$$

Так як $K_{зр}$ і $K_{пер}$ значно перевищують 1, при який буде рівновага сил, то стійкість оголовку забезпечена.

Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняються водозабори роздільного і сумісного типів?
2. Які різновиди водозаборів сумісного типу використовуються?
3. Коли можна використовувати водозабори сумісного типу з полегшеною підземною частиною?
4. Чим відрізняються звичайні ґрати від ґрат з електрообігрівом?
5. Як виконується очистка ґрат і плоских сіток від забруднень?
6. Від чого залежить розрахункова продуктивність однієї секції водозабору і як вона визначається?

Література

1. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 172 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi72/0052303.pdf>.
2. Орлов В.О. Водозабірні споруди : навчальний посібник. Рівне : НУВПГ. 2010. 167 с.
URL : <https://ep3.nuwm.edu.ua/2713/1/2.%20Vodozab.%20spor%20zah.pdf>
3. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання : підручник. Київ : Знання, 2008. 735 с. URL : http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2016/Tugaj_2009_735.pdf.

Додаток А

Вихідні дані для розв'язування задач

Показник		Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
Вид	Одиниця виміру	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
v	м/с	0,9	0,5	0,6	0,5	1,5	1,3	1,0	1,1	1,3	1,5
n	секцій	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3
a	мм	60	70	50	80	50	70	60	50	50	50
b	мм	10	8	10	9	12	14	8	10	15	14
n₁	шт.	20	14	30	12	25	30	10	16	40	35
H_{ст}	м	1,6	1,04	2,8	1,60	2,2	2,8	0,60	1,00	3,00	2,7
b₂	мм	60	40	70	50	60	70	40	50	80	80
W	м ³	1,0	1,1	1,2	1,3	1,2	1,1	1,0	1,4	1,3	1,2
H_Г	м	6,0	6,2	6,5	4,9	5,3	5,2	5,7	5,5	5,0	6,3
h_Н	м	5,0	5,2	5,3	5,5	6,0	6,1	5,9	5,7	5,5	5,0
η_{ел}	-	0,3	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
T	годин	2,0	1,0	2,0	1,9	1,8	1,5	1,0	2,0	3,0	2,5
q_{ел}	-	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,5	0,49	0,48	0,47	0,46
S	-	4	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
W_{ог}	м ³	6,8	7,2	7,3	7,5	7,6	7,7	7,8	7,7	7,6	7,5
W_ф	м ³	2,1	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	2,7	2,5	2,2
f	-	0,5	0,48	0,44	0,45	0,35	0,25	0,2	0,42	0,47	0,6
Ω_{ог}	м ²	4,5	4,8	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,4	5,3
ω_{ог}	м ²	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,15	1,95

ψ	-	0,07	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,35	0,45	0,55	0,6
ν_p	м/с	0,5	0,55	0,6	0,7	0,65	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
К_{під}	-	0,8	0,7	0,85	0,95	0,75	0,9	0,35	0,4	0,45	0,5
X_G	м	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0
X_P	м	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0
h_{ог}	м	1,5	1,65	1,7	1,45	1,4	1,6	1,5	1,55	1,6	1,7
h_ф	м	0,4	0,5	0,55	0,6	0,65	0,6	0,65	0,7	0,55	0,4