

Практичне заняття №2

Тема заняття: Розрахунок елементів берегових водозабірних будівель

До початку практичних занять необхідно вивчити матеріал лекцій за темами №2 і №3.

Запитання для самоконтролю засвоєння матеріалу, який вивчається:

- В якому випадку використовуються водозабори берегового типу і в чому їх позитивні та негативні якості?
- Чим відрізняються водозабори роздільного і сумісного типів?
- Які різновиди водозаборів сумісного типу використовуються?
- Коли можна використовувати водозабори сумісного типу з полегшеною підземною частиною?
- Чим відрізняються звичайні ґрати від ґрат з електрообігрівом?
- Що являють собою плоскі сітки?
- Переваги та недоліки плоских сіток.
- Як забезпечується підймання та опускання плоских сіток і ґрат при експлуатації берегових водозаборів?
- Як виконується очищення ґрат і плоских сіток від забруднень?
- Переваги і недоліки сіток, що обертаються.
- Як виконується очищення полотна сіток, що обертаються?

Задача №12. Визначити розрахункову продуктивність берегового водозабору категорії **K** і його окремих секцій **n**, якщо природні умови забору води **У**. Конкретні характеристики прийняти по додатку А.

Задача №13. Для умов задачі №12 визначити загальну площу ґрат і площу ґрат для кожної секції, якщо розрахункова продуктивність водозабору **q_p**. Відстань між стрижнями у світлі **a**, товщина стрижня **b**. Чисельні значення прийняти по додатку А.

Задача №14. Для водозабору берегового типу продуктивністю **q_p** визначити загальну площу плоских сіток і площу сіток для окремих секцій водозабору, у якого таких секцій **n**. Відстань між сусідніми дротинами в плоскій сітці, **a₁**, а діаметр дротин **d₁**. Чисельні значення вихідних величин прийняти по додатку А.

Задача №15. Для водозабору берегового типу продуктивністю q_p визначити загальну робочу площу сіток, які обертаються, і робочу площу сіток для окремих секцій водозабору, у якого таких секцій n . Полотно сітки виготовлено з дроту діаметром d_2 , а розмір чарунок $b_1 \times b_1$. Чисельні значення вихідних величин прийняти по додатку А.

Задача №16. Для умов попередньої задачі визначити робочу висоту сітки, яка обертається.

Задача №17. Визначити добову витрату води на промивку сітки, яка обертається зі швидкістю v_1 , знаючи, що витрата на промивку змінюється в межах від 5 л/с до 15 л/с залежно від зміни швидкості обертання сітки в межах від 3,5 см/с до 10 см/с. Величину v_1 прийняти по додатку А.

Задача №18. Визначити зусилля підйому ґрат, які рухаються по напрямних зі швелера, якщо маса їх разом з підймальним ланцюгом m , а площа F . Чисельні значення вихідних величин прийняти додатком А.

Задача №19. Визначити необхідну кількість теплоти на підігрівання води, щоб не допустити прилипання внутрішньоводного льоду до ґрат, якщо витрата води q_p . При цьому слід враховувати, що підводне льодоутворення починається при переохолодженні води до температури $-0,03^\circ\text{C}$, а температура стрижнів ґрат повинна бути вищою, ніж температура замерзання води не менше, ніж на $0,01^\circ\text{C}$. Питому тепломісткість води прийняти рівною $4,1868 \times 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \times \text{K})$. Чисельну величину розрахункової витрати води q_p прийняти по додатку А.

Задача №20. Визначити параметри енергетичної установки для обігріву ґрат в період шугоходу, які мають n_1 сталевих стрижнів довжиною $H_{\text{ст}}$ розмірами $b \times b_2$ в перерізі з прозорами між ними a . Кількість ґрат – 2, швидкість води в прозорах ґрат 0,8 м/с, питомий опір матеріалу стрижнів 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: $n=2$; $n_1=15$; $H_{\text{ст}}=1,968\text{м}$; $b \times b_2=30 \times 60\text{мм}$; $a=60\text{мм}$; $v=0,8\text{м/с}$.

Визначити потужність, яка необхідна для обігріву ґрат

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

де $K_1=1,5$ - коефіцієнт запасу;

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

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

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

$$\Omega_{gp} = 2 (b + b_2) H_{cm} n_1 n \text{ м}^2,$$

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

α - коефіцієнт теплопередачі від ґрат до води

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

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

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

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

Необхідна сила струму в мережі підігріву дорівнює

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

При цьому напруга в мережі буде

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

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 №21. Визначити параметри гідроелеватора для видалення осаду з відділення водозабірною колодязя, якщо об'єм приямка W , м^3 , геометрична висота підйому пульпи H_{Γ} , втрати напору в напірній лінії h_n , к.к.д. гідроелеватора $\eta_{\text{ел}}$, відношення площі поперечного перерізу камери змішування гідроелеватора w_s до площі струменю робочого потоку w_p дорівнює S . Щільність осаду, який видаляється $\rho_{\text{ос}}=1100\text{кг/м}^3$, концентрація осаду в пульпі $C_{\text{сум}}=70\text{кг/м}^3$, термін відкачки T , співвідношення робочого потоку Q_p і потоку суміші $Q_{\text{ел}}$ $q_{\text{ел}}=Q_p/Q_{\text{ел}}$. Чисельні значення вихідних величин прийняти по додатку А.

Розв'язування типової задачі

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

Витрата пульпи, яку повинен подавати гідроелеватор, визначається за формулою

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

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

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

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

T - термін відкачки, $T=1\text{год}$.

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

Визначити необхідний напір гідроелеватора

$$H_{el} = H_{\Gamma} + h_H = 5,5 + 0,8 = 6,3 \text{ м.}$$

Визначити витрату робочого потоку

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

Напір робочого потоку визначається за формулою

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

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

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

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
d	мм	0,003	0,01	0,05	0,1	0,5	1,0	0,6	0,7	0,8	0,9
H	м	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
J	J×10 ⁵	3	5	8	10	10	30	25	20	15	10
v	м/с	0,9	0,5	0,6	0,5	1,5	1,3	1,0	1,1	1,3	1,5
σ_л	м/с	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019	0,020	0,021	0,022	0,023	0,024
K	-	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1
n	секцій	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3
У	-	с.	л.	в.	л.	д.в.	л.	с.	в.	д.в.	в.
Q_p	тис. м ³ /год.	2,7	1,2	3,0	1,3	3,2	3,5	1,0	1,5	4,0	3,6
a	мм	60	70	50	80	50	70	60	50	50	50
b	мм	10	8	10	9	12	14	8	10	15	14
a₁	мм	3	2	4	2	5	5	2	2	5	5
d₁	мм	1,5	1	1,5	1	1,5	1,5	1	1	1,5	1,5
v₁	см/с	7	4	8	4	10	3,5	6	8	10	9
m	кг	135	33	420	94	205	420	20	52	693	582
F	м ²	1,62	0,48	3,2	1,08	2,58	3,2	0,24	0,8	6,24	4,16
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
b₁	мм	1,0	0,6	1,6	0,8	1,2	1,5	0,5	0,7	2	1,8
d₂	мм	0,3	0,25	0,35	0,20	0,35	0,2	0,25	0,3	0,4	0,3
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
Z	м	51	64	28	35	38	56	25	27	32	45
D	м	0,8	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,5	0,6	1,0	0,9
Z₁	м	54	66	33	38	40	59	29	32	36	47
H_{хв}	м	0,6	0,7	0,5	0,6	0,8	0,5	0,7	0,8	0,6	0,55
H_в	м	2,6	2,7	3,0	3,1	2,9	2,8	2,7	2,8	2,9	3,0

Н_{кр}	м	1,5	1,3	1,2	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,6
п_{вс}	шт.	2	3	4	5	4	3	3	5	2	3

Продовження додатку А

Показник		Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
Вид	Одиниця виміру	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ρ	кг/м ³	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18
σ_з	мм/с	6,9	6,5	6,0	5,5	5,4	5,0	4,8	4,7	4,5	5,0
L	км	0,6	0,5	0,4	0,45	0,55	0,65	0,35	0,65	0,7	0,75
S_с×10³	для Q в м ³ /с	5,514	22,62	10,98	22,62	5,514	2,962	57,84	22,62	1,699	2,962
P_{ат}	кПа	98,1	96,2	95,0	94,1	90,0	85,0	84,0	83,0	82,0	80,0
h_п	м	0,09	0,10	0,11	0,10	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
h_{сл}	м	1,0	0,95	0,90	0,85	0,80	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95
H_{сиф}	м	4,0	4,5	5,0	4,6	4,8	5,2	5,5	5,1	4,9	4,2
t_{сиф}	хв.	5	3	5	3,5	4	5	2,5	3,6	6	5,5
H_к	м	7	6	8	6,7	7,8	7	8	8	6,5	6
P	-	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,47	0,42	0,37	0,32	0,44
b_к	см	8	9	10	12	11	10	9	8	9	10
d_з	мм	19	20	21	22	23	24	25	24	23	22
H₁	м	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,08	0,09	0,07	0,06
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
v_р	м/с	0,5	0,55	0,6	0,7	0,65	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
K_{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_р	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
m₁	кг/м	199,8	152,9	172,1	152,9	199,8	224,4	128,0	152,9	249,1	224,4
D_к	м	9,5	10	10,5	12	13	14	13	12	10	11
H_{рів.}	м	6	6,5	7,5	8	8,5	7,6	6,8	8,2	8,4	7,9
W_н	м ³	33,2	33,0	34,1	35,2	35,5	34,4	32,9	35,4	35,8	35,0
W_{покр.}	м ³	21,1	21,5	22,0	22,9	23,1	22,1	21,8	23,2	23,4	22,8

W_п	м ³	122,0	123,0	125,1	126,4	127,1	125,3	124,0	127,0	127,2	125,4
h_г	м	3	3,5	3,8	5	4,3	3,8	3,5	3,2	4,4	4
R	м	150	170	155	170	155	160	180	170	150	160
K_ф	м/добу	25	30	40	30	25	35	45	40	20	30
Q₁	м ³ /добу	100	100	81	101,5	150	64	85,8	154	100,8	199,8
Q₂	м ³ /добу	200	200	135	147	300	100	119,6	220	126	270

Продовження додатку А

Показник		Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
Вид	Одиниця виміру	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q₃	м ³ /добу	250	240	186	189	350	160	143	286	168	318,6
S₁	м	2	2,5	2,7	2,9	3	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7
S₂	м	4	5	4,5	4,2	6	5	4,6	5	4,5	5
S₃	м	5	6	6,2	5,4	7	8	5,5	6,5	6	5,9
S₄	м	4,2	5,1	5,3	4,9	6,5	5,9	5,4	6,2	5,6	5,7
S₅	м	3	3,5	2	2,5	3,0	2,5	3	3,5	2,7	4,5
S₆	м	4,0	4,9	3,5	3,6	5,4	3,8	4,1	4,6	3,6	5,1
S₇	м	4,7	5,7	5,9	5,0	6,6	7,5	5,1	6,1	5,7	5,6
l_c	м	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5
t	м	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,5	2,6	2,4	2,2	2,0
q_{св}	м ³ /с	0,01	0,012	0,014	0,016	0,018	0,020	0,018	0,016	0,014	0,012
2σ	м	80	110	85	120	100	85	100	120	80	110
n_{св}	шт.	12	14	16	18	20	18	16	14	12	8
R₁	м	4500	4300	4200	4700	4600	4500	4400	4300	4200	4100
T	м	5	5,5	4,5	4	4,7	5,7	6	5,5	5,3	4,8
l₁	м	55	60	57	62	58	63	65	67	68	64
q₁	тис. м ³ /добу	7,5	7,8	8,0	6,5	8,4	9,0	5,0	6,0	10,0	9,5
r	мм	125	150	100	125	150	200	175	150	125	100
l₂	м	27	32	25	29	37	30	31	35	32	27
n_p	шт.	2	3	4	5	4	3	2	3	2	4
θ	град.	45	36	30	34	30	35	45	33	50	31
Z_{np}	м	4	3,5	3,2	3,6	3,7	4,1	4,3	4,5	4,4	5,0
l₃	м	100	110	150	140	130	160	150	140	130	120
q₂	м ² /добу	0,2	0,23	0,25	0,27	0,30	0,32	0,33	0,35	0,37	0,40
n₂	-	0,3	0,35	0,40	0,36	0,39	0,42	0,45	0,41	0,36	0,33