

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем та екології
Кафедра водопостачання та водовідведення**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
водопостачання та водовідведення
_____ Віктор ХОРУЖИЙ
«__» _____ 20__ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ бакалавр**

«Проектування водосховища для забезпечення потреб населеного пункту з
кількістю жителів 25 тис.осіб»

(назва)

Виконав: Таварткіладзе Нестан Іусуфівна
Спеціальність: 194 – Гідротехнічне будівництво,
водна інженерія та водні технології
Освітня програма: Водогосподарське будівництво і
управління водними ресурсами та системами

Групи: ГБ-41
Керівник Дупляк О.В.
(прізвище та ініціали)
ДОЦЕНТ, К.Т.Н
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

м. Київ – 2023 р

«Проектування водосховища для забезпечення потреб населеного пункту з кількістю жителів 25 тис.осіб».

Зміст

Вступ.	5
Р.1. Гідрологічні та водогосподарські розрахунки.	7
Р.2. Ґрунтова гребля з баштовим водоскидом . Фільтраційні та статичні розрахунки.	13
Р.3. Водозабірні споруди.	29
Р.4. Розрахунок зовнішніх мереж водопостачання населеного пункту.	38
Р.5. Технологія будівництва ґрунтової греблі.	58
Список літератури	77
Таварткіладзе Н.І.	

Вступ

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

В дипломній роботі запроєктовано гідровузол з водосховищем сезонного регулювання стоку, ґрунтову греблю з баштовим водоскидом та пригребельним водозабором для водопостачання населеного пункту з населенням 25 тис.

Об'єкт водопостачання та річка знаходяться в Тернопільській області. Клімат Тернопільщини — помірно континентальний із неспекотним літом, помірною зимою і достатньою кількістю опадів — формується під впливом радіаційних умов, циркуляції повітряних океанічних та континентальних повітряних мас. Перші з них поширюються у вигляді циклонів із Атлантичного океану; влітку вони зумовлюють хмарність, опади, зниження температури повітря, взимку — снігопади. З цими повітряними масами пов'язані західні та південно-західні вітри. Суха і холодна погода в зимовий період спричинена дією східних антициклонів.

Холодні повітряні маси, що проникають на територію області з півночі, зумовлюють пізні весняні й ранні осінні приморозки.

Кількість денної сонячної радіації — від 532 ккал/см² у червні до 130 ккал/см² у грудні. Радіаційний баланс становить майже 40 ккал/см² за рік. Висота Сонця над горизонтом у червні в полудень досягає 63-65°, у грудні 17-19°, під час рівнодення — 40-42°. Тривалість дня — 8-16,5 год.

Клімат усієї території області сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур лісостепової зони, зокрема озимої та ярої пшениць, ячменю, жита, вівса, цукрових буряків, картоплі, овочевих і кормових культур, у південній частині — винограду, абрикос, персиків, ранніх овочів тощо. В окремі роки в області можливе вимерзання посівів озимих культур, трапляються пізні весняні й ранні осінні заморозки, змивання посівів під час злив, вилягання зернових та інше. Інколи влітку низькі температури повітря у поєднанні з похмурою погодою гальмують розвиток сільськогосподарських культур. Загалом умови зволоження і температурний режим забезпечують потреби рослин лісостепової зони у теплі, світлі та волозі.

Розділ №1
Гідрологічні та
водогосподарські
розрахунки.

								Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА		

Гідрологічні розрахунки водотоку

Визначення мінімальних витрат води за відсутності даних гідрометричних спостережень

Середньобагаторічна витрата:

$$\bar{Q} = 0.001 \cdot 8,8 \cdot 960 = 8,44 \text{ м}^3/\text{с},$$

Середньорічна витрата маловодного року необхідної забезпеченості:

$$K_{p\%} = 0.69,$$

$$Q_{p\%} = K_{p\%} \cdot \bar{Q} = 0.69 \cdot 8,44 = 5,82 \text{ м}^3/\text{с},$$

Коефіцієнт варіації:

$$C_v = \frac{\alpha}{(q)^{0.4}(A+1000)^{0.1}} = \frac{1.33}{(8,8)^{0.4}(960+1000)^{0.1}} = 0.26,$$

Висновок: річка не може бути прийнята за джерело водопостачання.

Мінімальний літній коефіцієнт: $K_{s.p.\%} = 0.6\%$,

Мінімальний зимній коефіцієнт: $K_{w.p.\%} = 0.1\%$.

Середньомісячні витрати року розрахункової забезпеченості:

$$Q_{s.p.\%} = K_{s.p.\%} \cdot Q_{p\%} = 0.6 \cdot 5,82 = 3,5 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{w.p.\%} = K_{w.p.\%} \cdot Q_{p\%} = 0.1 \cdot 5,82 = 0.58 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Висновок: річку не можна використовувати у якості джерела водопостачання, потрібне регулювання стоку.

Вибір типу регулювання стоку

Сумарна водовіддача водосховища брутто Q_{br} :

$$Q_{br} = 1.15 \cdot Q_u = 1.15 \cdot 3 = 3,45,$$

$$0.8Q_{p\%} = 0.8 \cdot 5,82 = 4,65.$$

Висновок: досить сезонного регулювання стоку.

Приймається $Q_{br} = 3,45$.

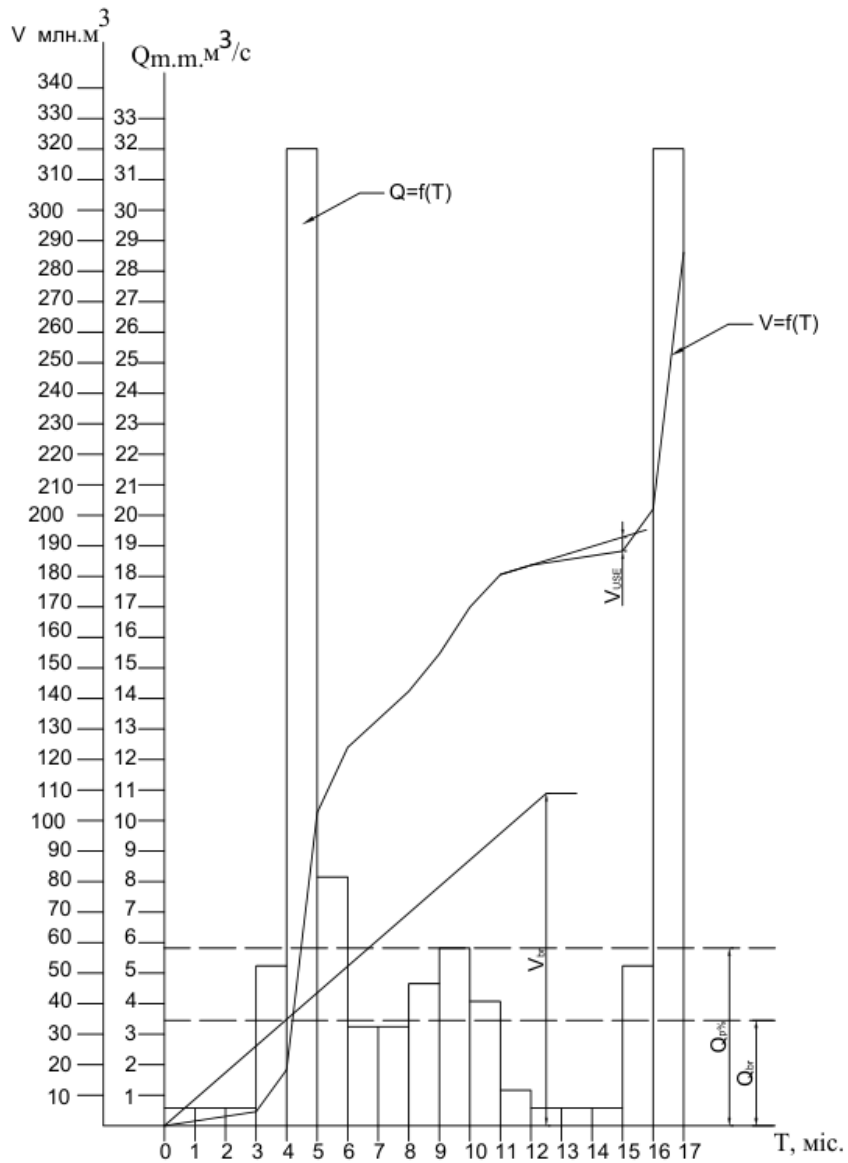
Водогосподарські та гідрологічні розрахунки гідровузла

Табл.1.

Місяць	К	Q _{м.м.} м ³ /с	V, МЛН.М ³	
			Місячний	Зростаючим підсумком
1	0.1	0,582	1,53	1,53
2	0.1	0,582	1,531	3,061
3	0.1	0,582	1,531	4,591
4	0.9	5,238	13,776	18,367
5	5.5	32,01	84,186	102,554
6	1.4	8,148	21,429	123,983
7	0.6	3,492	9,184	133,167
8	0.6	3,492	9,184	142,351
9	0.8	4,656	12,245	154,596
10	1.0	5,82	15,307	169,903
11	0.7	4,074	10,715	180,617
12	0.2	1,164	3,061	183,679
13	0.1	0,582	1,531	185,209
14	0.1	0,582	1,531	186,74
15	0.1	0,582	1,531	188,271
16	0.9	5,238	13,776	202,047
17	5.5	32,01	84,186	286,233

Перевірка:

$$V_{1-12} = 31.5576 \cdot Q_{p\%} = 31.5576 \cdot 5,82 = 183,66.$$



Обчислення ординат гідрографа та інтегральної кривої стоку

$$V_{USE}=6,1$$

Променевий масштаб:

$$V_{br} = 31.5576 \cdot Q_{br} = 31.5576 \cdot 3,45 = 108,87.$$

Середньо багаторічний річковий стік:

$$\tilde{V} = 31.5576 \cdot \bar{Q} = 31.5576 \cdot 8,8 = 277,7 \text{ млн. м}^3.$$

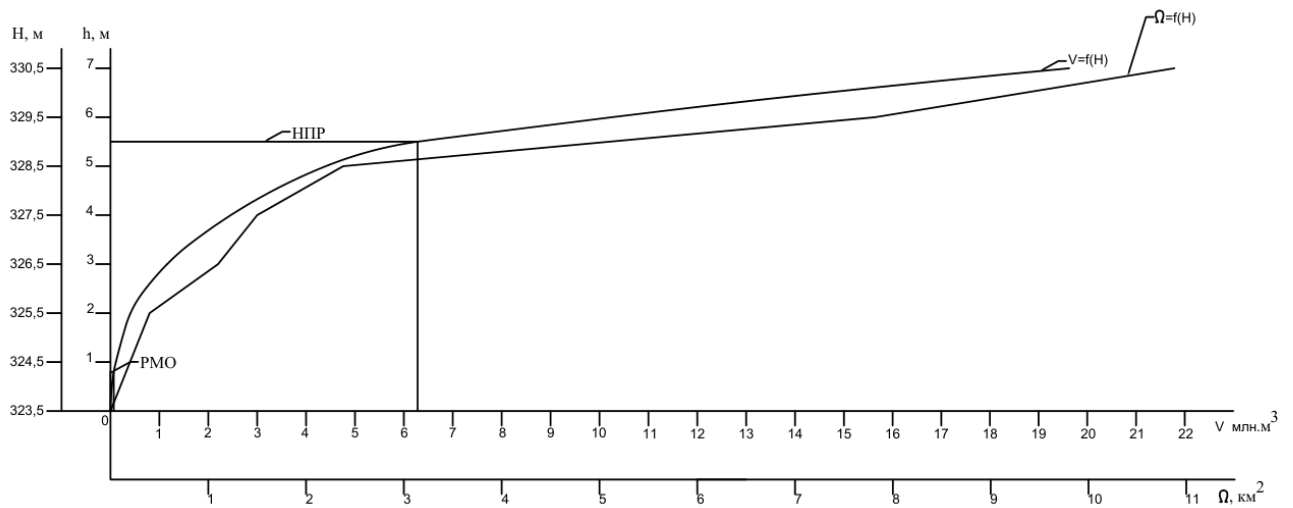
Мертвий об'єм:

$$V_{DZL} = 10^{-6} \cdot \frac{p}{p_{sed}} \cdot \tilde{V} \cdot T = 10^{-6} \cdot \frac{140}{1.15} \cdot 277,7 \cdot 50 = 0,17 \text{ млн. м}^3.$$

$$V_{FULL}=V_{USE}+V_{DZL}=6,1+0,17=6,27 \text{ млн. м}^3.$$

Визначення батиграфічних характеристик водосховища

Табл.2.						
H, м	h, м	Δh , м	Ω , км ²	$\Omega_{\text{ср}}$, км ²	ΔV , млн. м ³	V, млн. м ³
1	2	3	4	5	6	7
323.5	0		0,01			
		1		0.11	0.11	
324.5	1		0,2			0,11
		1		0.3	0.3	
325.5	2		0,4			0.41
		1		0.75	0.75	
326.5	3		1,1			1,16
		1		1,3	1,3	
327.5	4		1,5			2,46
		1		1,94	1,94	
328.5	5		2,38			4,4
		1		5,1	5,1	
329.5	6		7,82			10,26
		1		9,35	9,35	
330.5	7		10,88			19,61
		1		13,75	13,75	



Щорічні імовірності P , %, перевищення розрахункових максимальних витрат води

Основний – 3%,

Перевірочний - 5%,

Коефіцієнт асиметрії:

$$C'_s = 2C'_{v,max} = 2 \cdot 0.7 = 1.4.$$

Максимальні витрати весняної повені:

$$Q_{p\%} = K_{p\%} \bar{Q}_{max},$$

$$Q_{3\%} = 2.66 \cdot 16,3 = 43,35 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{0.5\%} = 3.68 \cdot 16,3 = 60 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Максимальні витрати води дощових паводків:

$$Q_{p\%} = q_{200} \cdot \left(\frac{200}{A}\right)^{n_3} \cdot \lambda_{p\%} \cdot A,$$

$$Q_{3\%} = 0.10 \cdot \left(\frac{200}{960}\right)^{0.6} \cdot 0.58 \cdot 960 = 21.72 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$Q_{0.5\%} = 0.10 \cdot \left(\frac{200}{960}\right)^{0.6} \cdot 0.42 \cdot 960 = 15.73 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Розділ №2
Ґрунтова гребля з
баштовим водоскидом .
Фільтраційні та
статичні розрахунки.

									Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА			

1. Визначення параметрів греблі: відмітка гребня греблі

Гребінь греблі, що перевищує розрахунковий статичний рівень води водосховища, визначається двома умовами:

а) при нормальному підпірному рівні НПР:

$$\downarrow \Gamma_{p\Gamma} = \downarrow \text{НПР} + h_{s1}.$$

б) при форсованому підпірному рівні ФПР при пропуску максимального паводка, що входить в особливе поєднання навантажень і впливів:

$$\downarrow \Gamma_{p\Gamma} = \downarrow \text{ФПР} + h_{s2},$$

$$h_s = \Delta h_{set} + h_{run1\%} + a,$$

де $h_{run1\%}$ – висота накочування хвилі 1%-ї забезпеченості, м; Δh_{set} – висота вітрового нагону води у верхньому б'єфі, м; a – запас висоти греблі, вибирається більше значення 0,5 м чи $0,1h_{1\%}$.

Висота накочування хвилі визначається за формулою:

$$h_{run1\%} = k_r \cdot k_p \cdot k_{sp} \cdot k_{run} \cdot h_{1\%},$$

де $h_{1\%}$ – висота хвилі 1% забезпеченості; k_r , k_p – відповідно, коефіцієнти шорсткості і проникності кріплення укусу греблі, приймаються за даними [3]; k_{sp} – коефіцієнт, який приймається за даними [3] в залежності від закладання верхнього укусу ($m\bar{h} = \text{ctg}\varphi$, де φ – кут нахилу укусу до горизонту, град) та швидкості вітру; k_{run} – коефіцієнт, який визначається з [3] в залежності від $\text{ctg}\varphi$ (кут нахилу відкосу до обрїю) та від пологості хвилі $\lambda_d/h_{d1\%}$

Розрахунок за першим варіантом

- Для визначення $h_{1\%}$ знайдемо \bar{h} за [3] відповідно відношенням $\frac{g*t}{V}$, до $\frac{g*\bar{h}}{V^2}$, $\frac{g*\bar{T}}{V}$ та $\frac{g*L}{V^2}$ до $\frac{g*\bar{h}}{V^2}$, $\frac{g*\bar{T}}{V}$:

$$1. \frac{g*t}{V} = \frac{9,81*21600}{10} = 21189,6 \rightarrow \frac{g*\bar{h}}{V^2} = 0,10; \frac{g*\bar{T}}{V} = 4,6 ;$$

$$2. \frac{g*L}{V^2} = \frac{9,81*2000}{10^2} = 196,2 \rightarrow \frac{g*\bar{h}}{V^2} = 0,024; \frac{g*\bar{T}}{V} = 1,9 ;$$

Вибираємо найменше значення, тобто варіант 2 і знаходимо \bar{h} та \bar{T} :

$$\bar{h} = \frac{0,024*10^2}{9,81} = 0,24 ; \bar{T} = \frac{1,9*10}{9,81} = 1,9.$$

Визначаємо висоту хвилі 1% забезпеченості:

$h_{1\%} = \bar{h} * k_{1\%}$, де $k_{1\%}$ знаходимо за [3], відповідно $\frac{g*L}{V^2}$,

$\frac{g*L}{V^2} = 196 \rightarrow k_{1\%} = 2,1$, тоді: $h_{1\%} = 0,24 * 2,1 = 0,504$ м.

- Для визначення k_{run} знайдемо λ_d :

$$\lambda_d = \frac{g * \bar{T}^2}{2\pi} = \frac{9,81 * 1,9^2}{2 * 3,14} = 5,64 \text{ м.}$$

Отже за [3], відповідно відношенню $\frac{\lambda_d}{h_{1\%}} = \frac{5,64}{0,504} = 1,12$,

$k_{run} = 1,4$.

- Визначаємо висоту накочування хвилі :

$$h_{run1\%} = k_r * k_p * k_{sp} * k_{run} * h_{1\%} = 1 * 0,9 * 1,1 * 1,4 * 0,504 = 0,6985 \text{ м.}$$

- Визначаємо висоту нагону хвилі:

$\Delta h_{set} = k_w * \frac{W^2 * L}{g * H} * \cos \alpha$, де W - розрахункова швидкість вітру, м/с, за вихідними даними ; D - довжина розгону хвилі; d - розрахункова глибина води; k_w - коефіцієнт, що визначається за [3] в залежності від розрахункової швидкості вітру [3]; α - кут атаки, $H = \text{НПР-дно} = 329 - 323 = 6$, $\cos \alpha = \cos 85 = 0,087$.

Отже, $\Delta h_{set} = 2,1 * 10^{-6} * \frac{10^2 * 2000}{9,81 * 6} = 0,0071$.

- Визначаємо висоту гребеня греблі за першим варіантом:

$$\downarrow \text{ГрГ} = \text{НПР} + \Delta h_{set} + h_{run1\%} + a = 329 + 0,6985 + 0,0071 + 0,5 = 330,2,$$

Розрахунок за другим варіантом

- Для визначення $h_{1\%}$ знайдемо \bar{h} за [3] відповідно відношенням

$\frac{g*t}{V}$, до $\frac{g*\bar{h}}{V^2}$, $\frac{g*\bar{T}}{V}$ та $\frac{g*L}{V^2}$ до $\frac{g*\bar{h}}{V^2}$, $\frac{g*\bar{T}}{V}$:

$$3. \frac{g*t}{V} = \frac{9,81 * 21600}{8} = 26487 \rightarrow \frac{g*\bar{h}}{V^2} = 0,10; \frac{g*\bar{T}}{V} = 4,8 ;$$

$$4. \frac{g*L}{V^2} = \frac{9,81 * 2000}{8^2} = 306,56 \rightarrow \frac{g*\bar{h}}{V^2} = 0,028; \frac{g*\bar{T}}{V} = 2,15 ;$$

Вибираємо найменше значення, тобто варіант 2 і знаходимо \bar{h} та \bar{T} :

$$\bar{h} = \frac{0,028 \cdot 8^2}{9,81} = 0,18 ; \bar{T} = \frac{2,15 \cdot 8}{9,81} = 1,75.$$

Визначаємо висоту хвилі 1% забезпеченості:

$$h_{1\%} = \bar{h} * k_{1\%}, \text{ де } k_{1\%} \text{ знаходимо [3], відповідно } \frac{g \cdot L}{V^2},$$

$$\frac{g \cdot L}{V^2} = 306,56 \rightarrow k_{1\%} = 2,1, \text{ тоді: } h_{1\%} = 0,18 * 2,1 = 0,4 \text{ м.}$$

- Для визначення k_{run} знайдемо λ_d :

$$\lambda_d = \frac{g * \bar{T}^2}{2\pi} = \frac{9,81 * 1,75^2}{2 * 3,14} = 4,78 \text{ м.}$$

Отже за [3], відповідно відношенню $\frac{\lambda_d}{h_{1\%}} = \frac{4,78}{0,4} = 11,95$;

$k_{run} = 1,6$.

- Визначаємо висоту накопчування хвилі :

$$h_{run1\%} = k_r \cdot k_p \cdot k_{sp} \cdot k_{run} \cdot h_{1\%} = 1 * 0,9 * 1 * 1,6 * 0,4 = 0,58 \text{ м.}$$

- Визначаємо висоту нагону хвилі:

$\Delta h_{set} = k_w * \frac{W^2 * L}{g * H} * \cos \alpha$, де W - розрахункова швидкість вітру, м/с, за вихідними даними ; D - довжина розгону хвилі; d - розрахункова глибина води; k_w - коефіцієнт, що визначається за [3] в залежності від розрахункової швидкості вітру [3]; α - кут атаки,

$$H = \text{ФПР-дно} = 330,2 - 323 = 7,2, \cos \alpha = \cos 85 = 0,087.$$

$$\text{Отже, } \Delta h_{set} = 2,1 * 10^{-6} * \frac{8^2 * 2000}{9,81 * 7,2} = 0,0038.$$

- Визначаємо висоту гребеня греблі за першим варіантом:

$$\downarrow \text{ГрГ} = \text{ФПР} + \Delta h_{set} + h_{run1\%} + a = 330,2 + 0,58 + 0,0038 + 0,5 = 331,28.$$

Отже, зробивши два розрахунки приймаємо $\downarrow \text{ГрГ}$ більше з двох,

тоді $\downarrow \text{ГрГ} = 331,28 \text{ м.}$

Відповідно висота греблі $h_{гр} = \downarrow \text{ГрГ} - \text{дно} = 331,28 - 323 = 8,28 \text{ м.}$

- $\beta_B = \frac{2,5}{2*2,5+1} = 0,42;$

- $L_B = 0,42*6 = 2,5;$

- $f(m_t) = 0,5 + 2 = 2,5;$

- $L_1 = 29.66 + 2.5 = 32.16;$

- $\frac{q}{k} = \frac{6^2 - 0,5^2}{2*32,16};$

- $a = 0,5 * 2,5 * 0,56 - 0,5 \left[1 + \frac{2,5}{2(2,5)^2} \right] * 0,5 = 0,4;$

- $a_0 = 0.4 + \sqrt{0.4^2 + \frac{2}{2*2.5} * 0.5 * 0.56} = 0.92;$

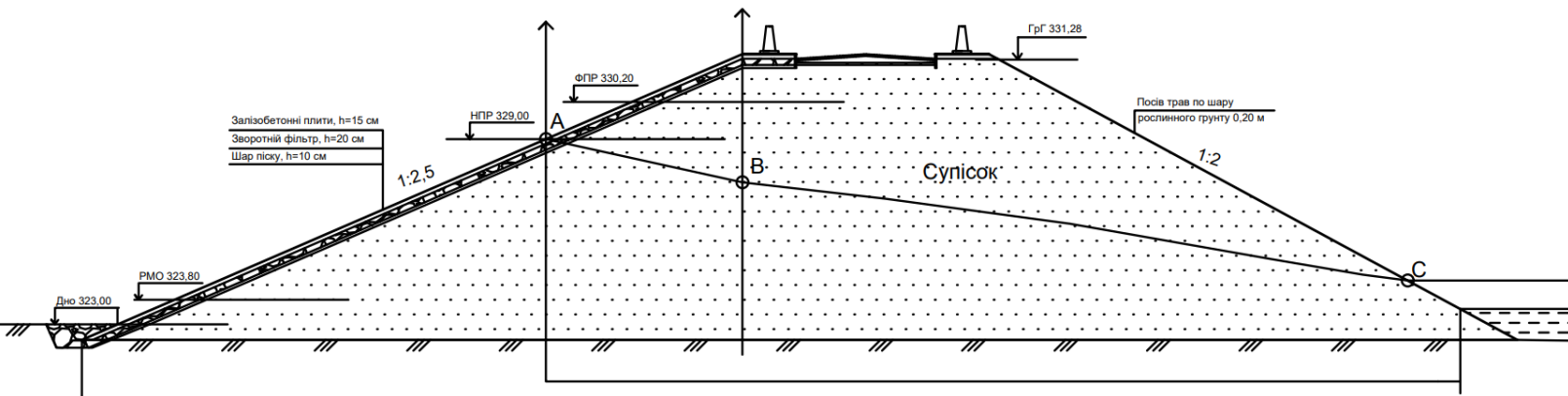
- $h_{x1} = \sqrt{2 * 0.56(29.66 - 6.37 - 2 * 0.9) + (0.5 + 0.92)^2} = 5.1;$

- $h_{x2} = \sqrt{2 * 0.56(29.66 - 11 - 2 * 0.9) + (0.5 + 0.92)^2} = 4.57;$

- $h_{x3} = \sqrt{2 * 0.56(29.66 - 17 - 2 * 0.9) + (0.5 + 0.92)^2} = 3.76;$

- $h_{x4} = \sqrt{2 * 0.56(29.66 - 23.5 - 2 * 0.9) + (0.5 + 0.92)^2} = 2.62;$

Рис.2. Крива фільтрації через однорідну земляну греблю



Для визначення ваги та $h_{пв}$ знайдемо наступні параметри:

- $\rho_{нас.тіло.} = \frac{2,7-1}{1+0,43} = 1,2;$
- $\rho_{нас.осн.} = \frac{2,75-1}{1+0,27} = 1,38;$
- $e_{тіло} = \frac{0,3}{1-0,3} = 0,43 ;$
- $e_{тіло} = \frac{0,21}{1-0,21} = 0,27 ;$
- $\sin\alpha_{тіла} = 0,1 * 0,3 = 0,03;$
- $\sin\alpha_{осн.} = 0,1 * 0,21 = 0,021;$
- $\gamma_{пр} = 1.9 * 9.81 = 18.64;$

$h_{пв}$ для кожного з секторів різне за визначенням:

Для секторів 9-6: $h_{пв} = h_{природне};$

Для сектора 5: $h_{пв} = h_{природне} + h_{нас.тіла} * \frac{\rho_{нас.тіло.}}{\rho_{пр}};$

Для секторів 4;3;2;1;0;-1 : $h_{пв} = h_{природне} + h_{нас.тіла} * \frac{\rho_{нас.тіло.}}{\rho_{пр}} + h_{нас.осн.} * \frac{\rho_{нас.осн.}}{\rho_{пр}};$

Для сектора -2: $h_{пв} = h_{нас.тіла} * \frac{\rho_{нас.тіло.}}{\rho_{пр}} + h_{нас.осн.} * \frac{\rho_{нас.осн.}}{\rho_{пр}};$

Для секторів -3;-4: $h_{пв} = h_{нас.осн.} * \frac{\rho_{нас.осн.}}{\rho_{пр}}.$

$h_{природне}; h_{нас.тіла}; h_{нас.осн.}$ - вимірюємо на кресленні

Відповідно вагу G визначаємо так:

Для секторів 9-6: $G = \gamma_{пр} b \sum h_{пв,9-6}$

Для сектора 5: $G = \gamma_{пр} b \sum h_{пв,}$

Для секторів 4;3;2;1;0;-1 : $G = \gamma_{пр} b \sum h_{пв, 4;3;2;1;0;-1}$

Для сектора -2: $G = \gamma_{пр} b \sum h_{пв, -2,}$

Для секторів -3;-4 : $G = \gamma_{пр} b \sum h_{пв, -3,-4.}$

Розрахунки зводимо в таблицю

№ Відс.	$\sin \alpha_n$	$\cos \alpha_n$	G_n	G^*n_0/m_0	$G \sqrt{\left(1 - \frac{n_0}{m_0}\right)^2}$	$W\phi n$	$\operatorname{tg} \gamma_i$	$\left[G * 1 - \left(\frac{n_0}{m_0}\right)^2 - W\phi n \right] \operatorname{tg} \gamma_i$	c_i	l_i	$c_i l_i$
9	0.9	0.44	72.88	65.6	32.07	-	0.55	17.64	1.3	9.77	12.7 01
8	0.8	0.60	163.2	130.56	97.92	-	0.55	53.86			
7	0.7	0.71	215.8	151.06	153.22	-	0.55	84.27			
6	0.6	0.80	234.5	140.7	187.6	-	0.55	103.18	1.1	1.52	1.67 2
5	0.5	0.87	226.52	113.26	197.07	2.35	0.55	107.1	18	19.41	349. 38
4	0.4	0.92	220.3	88.12	202.68	3.17	0.53	105.74			
3	0.3	0.95	207.93	62.38	197.53	3.16	0.53	103.02			
2	0.2	0.98	190.62	38.12	186.8	3.7	0.53	97.04			
1	0.1	0.99	169.07	16.91	167.38	3.9	0.53	86.64			
0	0	1	143.6	0	143.6	4.1	0.53	73.94			
-1	-0.1	0.99	115.35	-11.54	114.2	3.9	0.53	58.46			
-2	-0.2	0.98	74.32	-14.86	72.83	3.7	0.53	36.64			
-3	-0.3	0.95	34.93	-10.5	33.2	2.2	0.53	16.43			
-4	-0.4	0.92	19.9	-7.95	18.31	1.44	0.53	8.94			
-5	-0.5	0.87	0	0	0	0	0	0			
			Σ	761.86			Σ	952.81		Σ	363, 753

Визначемо коефіцієнт стійкості, який повинене відповідати умові $K > 1,15$:

$$K = \frac{(G \cos \alpha_n - W\phi) \tan \varphi + cl}{G \sin \alpha_n} = \frac{952.81 + 363.753}{761.86} = 1.73 > 1.15; \text{ Умова виконана споруда стійка.}$$

4. Визначення діаметру башти, галерей та труб

Для визначення діаметрів башти, галерей та труб використовуємо такі формули:

$$d_6 = \frac{Q_{0.5\%}}{m \cdot \pi \sqrt{2g(\Phi_{\text{ПР}} - \text{НПР})^3}};$$

$$P = d \cdot \pi;$$

$$d_{\Gamma} = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi}};$$

$$W = \frac{Q}{\mu \sqrt{2g(\text{НПР} - 0,3 - \text{РВНБ}_{0,5\%})}};$$

$$R = \frac{d_{\Gamma}}{4};$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_{\text{ВХ}} + \lambda l / 4R}};$$

Розрахунок:

$$d_6 = \frac{60}{0,4 \cdot 3,14 \sqrt{2 \cdot 9,81 (330,2 - 329)^3}} = 8,2;$$

$$P = 8,2 \cdot 3,14 = 25,75;$$

$$d_{\Gamma} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4}{3,14}} = 2,26;$$

Перше наближення:

$$W = \frac{60}{0,75 \sqrt{2 \cdot 9,81 (329 - 0,3 - 324,6)}} = 8,9\text{м};$$

Приймаємо труби 2*2 – 3шт.

$$R = \frac{2,26}{4} = 0,57\text{м};$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,2 + 0,025 \cdot \frac{26,7}{4} \cdot 0,57}} = 0,82;$$

Перерахуємо

$$W = \frac{60}{0,82 \sqrt{2 \cdot 9,81 (329 - 0,3 - 324,6)}} = 8,16\text{м};$$

Приймаємо труби 2*2 – 3шт.

Розрахунок водобійного колодязя:

$$b_{\text{тр}}^1 = 7.6 \text{ м};$$

$$r_1 = \frac{b_{\text{тр}}^1}{2 \sin \frac{\theta}{2}} = \frac{7.6}{2 * \sin 15} = 14.68 \text{ м};$$

$$h_{\text{кр}} = \sqrt[3]{\frac{\alpha}{g} \left(\frac{Q_{\text{max}}}{\theta_{\text{гл}}} \right)^2} = \sqrt[3]{\frac{1.05}{9.81} * \left(\frac{60}{0.52 * 14.68} \right)^2} = 1.9 \text{ м};$$

$$F_r = \left(\frac{h_{\text{кр}}}{2} \right)^3 = \left(\frac{1.9}{2} \right)^3 = 0.87;$$

Розміри водобійного колодязя 5*0,5

$$l_{\text{рис}} = 1.5 * 5 = 7.5;$$

5. Статичний розрахунок башти

Стійкість башти перевіряється на спливання та зсув.

5.1 Перевірка стійкості башти на спливання:

Виштовхуюча сила, що діє на башту:

$$W = \rho g V,$$

де $V = S * H = (D * B + \pi R^2)(\text{НПР} - \text{дно} + a)$ – об'єм зануреної частини башти, включаючи фундамент, м³; ρ – густина води, $\rho = 1 \text{ т/м}^3$.

Спливанню башти заважає її вага:

$$G_b = \rho_b g V_b,$$

де ρ_b – густина бетону, приймається 2,3 – 2,5 т/м³;

$V_b = V_{\text{пл}} + V_{\text{башт.}}$ – об'єм бетону в тілі башти, включаючи підводну.

$$V_{\text{пл}} = A * F * a, V_{\text{башт.}} = ((D * B + \pi * R^2) - (d * B + \pi r^2) + 1.2)(\text{НПР} - \text{дно})$$

Необхідно, щоб задовольнялась умова:

$$G_b \geq (1.15 \dots 1.3) W.$$

Розрахунок:

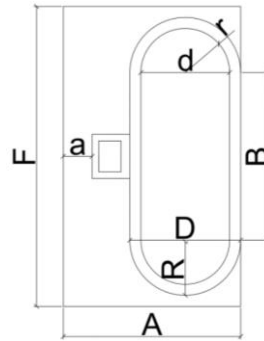


Рис.5. Схема до розрахунку 5.1

- $V = S * H = (5 * 7,6 + 3,14 * 2,5^2)(329 - 323 + 1,3) = 420,66;$
- $W = 1 * 9,81 * 420,66 = 4126,7 \text{ кН};$
- $V_{пл} = 13,6 * 8,0 * 1,3 = 141,44 \text{ м}^3;$
- $V_{башт.} = ((5 * 7,6 + 3,14 * 2,5^2) - (4 * 7,6 + 3,14 * 2^2) + 1,2)(329 - 323) = 95,19 \text{ м}^3;$
- $V_b = 141,44 + 95,19 = 236,63;$
- $G_6 = 2,4 * 9,81 * 236,63 = 5571,217 \text{ кН}.$

Перевіряємо відношення:

$$G_6 = 5571,217 \text{ кН} \geq 1,2 * W = 4952,04 \text{ кН}$$

Умова виконана, башта стійка до впливання.

5.2 Перевірка стійкості башти на зсув:

Силу горизонтального тиску ґрунту, що діє з однієї із сторін на башту, можна визначити за формулою:

$$E_{1,2} = 0,5 \rho_{зв} g b h_{1,2}^2 \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2),$$

де $h_{1,2}$ - відповідно максимальна та мінімальна глибини засипки біля башти; b - ширина башти: $b = B + 2R$; φ - кут внутрішнього тертя ґрунту в тілі греблі у водонасиченому стані; $\rho_{зв}$ - густина ґрунту з урахуванням зважувальної дії води:

$$\rho_{зв} = (1 - n)(\rho_{пит} - 1),$$

де $\rho_{пит}$ - густина матеріалу часток ґрунту; n - пористість ґрунту. Значення n та $\rho_{пит}$ приймаються в залежності від виду ґрунтів за довідковою літературою.

Необхідно, щоб задовольнялась умова:

$$\frac{f(G-W)}{E_2-E_1} > 1.2,$$

Розрахунок:

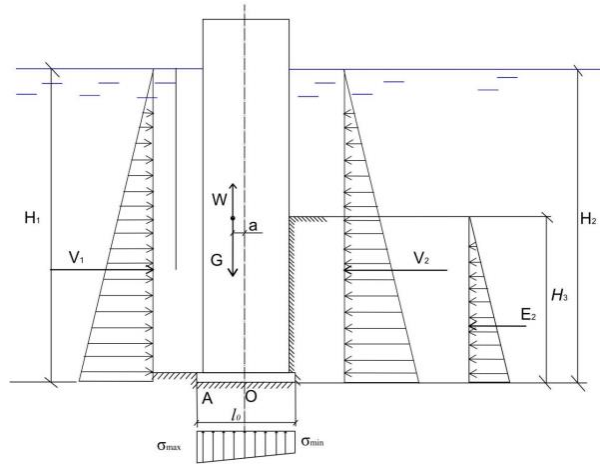


Рис.6. Схема до розрахунку 5.2

- $E_1 = 0,5 * 1,19 * 9,81 * 12,6 * 3,8^2 \tan^2 \left(45^\circ - \frac{29^\circ}{2} \right) = 371,7;$
- $E_2 = 0,5 * 1,19 * 9,81 * 12,6 * 5,97^2 \tan^2 \left(45^\circ - \frac{29^\circ}{2} \right) = 909,5.$

Перевіримо умову:

$$\frac{0,6(5571,217-4126,7)}{909,5-371,7} > 1.2,$$

$$1,61 > 1.2.$$

Умова виконується, башта стійка до зсуву.

5.3 Перевірка стійкості башти на перекидування:

Стійкість на перекидання визначається за формулою:

$$\frac{G_6 l_G + V_1 l_{V_1} + E_1 l_{E_1}}{W l_W + V_2 l_{V_2} + E_2 l_{E_2}} \geq 1.2,$$

Де $V_{1,2} = 0,5 * \rho * g * b * H_{1,2}^2$; $l_{V_{1,2}} = \frac{1}{3} * H_{1,2}$; $l_{E_1} = \frac{1}{3} * h_1$; $l_{E_2} = \frac{1}{3} * h_2$;

$$l_W = l_G = A - 0.5 - 2.0 - 0.5;$$

Розрахунок:

- $V_{1,2} = 0,5 * 1 * 9,81 * 12,6 * 7,3^2 = 3293,48;$
- $l_{V_{1,2}} = \frac{1}{3} * 7,3 = 2,43;$

- $l_{E_1} = \frac{1}{3} * 3,8 = 1,26;$
- $l_{E_2} = \frac{1}{3} * 5,97 = 1,99;$
- $l_w = l_G = 8 - 0.5 - 2.0 - 0.5 = 5.$

Перевіряємо умову:

$$\frac{5571,217*5+3293,48*2,43+371,7*1,26}{4126,7*5+3293,48*2,43+909,5*1,99} = 1,2 \geq 1.2.$$

Умова виконується, башта є стійкою на перекидування.

Зведемо всі числа в таблицю:

Табл.3.					
№	Сили	Познач.	Величина	Плече сили	Момент відносно т.О
1	Вага бетону	G_6	5571,217	1,0	- 5571,217
2	Виштовхуюча сила	W	4126,7	1,0	4126,7
3	Гідростатичний тиск води	V_1	3293,48	2,43	-8003
4	Гідростатичний тиск води	V_2	3293,48	2,43	8003
5	Сила тиску ґрунту	E_1	371,7	1,26	-468,342
6	Сила тиску ґрунту	E_2	909,5	1,99	1754,74
Σ					-158,119

Проектуючи фундамент башти у вигляді прямокутної плити, максимальні та мінімальні напруження в основі визначають за формулою позacentрового стискання:

$$\sigma_{max/min} = \frac{G-W}{l_0 b_0} \pm \frac{6 \cdot \Sigma M}{l_0^2 b_0} \leq k,$$

Де $k=3$, ΣM - сума моментів сил відносно осі, що проходить через точку 0 - середину підшви; за додатній приймаємо напрям за годинниковою стрілкою; b_0 - ширина підшви; l_0 - довжина підшви.

Розрахунок:

$$\sigma_{max} = \frac{5571,217-4126,7}{8*12,6} + \frac{6*(-158,119)}{8^2*12,6} = 13,15,$$

$$\sigma_{min} = \frac{5571,217-4126,7}{8*12,6} - \frac{6*(-158,119)}{8^2*12,6} = 15,5.$$

Перевіримо умову:

$$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}} = \frac{13,15}{15,5} = 0,85 < 3.$$

Умова виконана

Башта є стійкою до статичних навантажень.

Розділ №3.

Водозабірні споруди.

								Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА		29

Гідравлічний розрахунок водозабірної споруди

Фронтальні водозабори влаштовані таким чином, що вода підходить до водозабору спереду. Фронтальні водозабори збирають воду з верхніх рівнів води, в той час як вода з нижніх рівнів проходить через промивну споруду, рухаючись вниз по річці. Конструктивно такі водозабори поділяються на водозабори з кишнями, двох'ярусні, з наносперехоплюючими галереями, з відстійниками, пристрої для створення поперечної циркуляції

Довжина ділянки річки = 178 м.

Похил ділянки річки: $i = \frac{\Delta H}{l} = \frac{1}{178} = 0.0056$ м.

Розрахунки:

Відмітка порогу водозабору:

↓ 1 = НПР-1.0 м. = 329,00-1,0=328,00 м.

Перепад напорів на порозі водозабору z при пропуску витрати Q приймаємо = 0,25 м., а h = 1 м

Тоді велечина втрат напору за водозливом h_{π} :

$$h_{\pi} = h - z = 1 - 0,25 = 0,75 \text{ м.};$$

Знайдемо ширину отворів водозабору:

$$B = \frac{Q}{\varepsilon \varphi \delta h_{\pi} \sqrt{2g(H_0 - h_{\pi})}},$$

$\varepsilon = 0.9$ (коефіцієнт бокового стиснення потоку),

$\varphi = 0,95$ (коефіцієнт швидкості),

$\delta = 1$ (коефіцієнт, що враховує втрати напору, для фронтального водозабору),

$$H_0 = h + \frac{\alpha V^2}{2g} = 1 + \frac{1.1 \cdot 0.5^2}{19.62} = 1.014,$$

$$B = \frac{3}{0,9 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (1,014 - 0,75)}} = \frac{3}{0,64 \cdot 2,2} = \frac{3}{1,4} = 2.14 \approx 2 \text{ м.},$$

$$B_{1,2} = 2/2 = 1 \text{ м.}$$

Уточнюємо коефіцієнт бокового стиснення потоку за формулою:

$$\varepsilon = 1 - 0,1 * N * a * \frac{H_0}{H_0 + B'}$$

a- коефіцієнт, що визначається за формулю бика

N- кількість стискань= 4

Загальна ширина водозабірної споруди:

$$B = n \cdot b + n_0 \cdot t_0 = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 2 + 1 = 3,$$

$$\varepsilon = 1 - 0,1 \cdot 4 \cdot 0,7 \cdot \frac{1,014}{1,014 + 3} = 0,92.$$

Уточнюємо коефіцієнт φ за формулою:

$$\varphi_c = \frac{1}{\sqrt{1/\varphi^2 + \gamma_{реш.}}},$$

$$\gamma_{реш.} = \beta \left(\frac{s}{b}\right)^{4/3} \cdot \sin \alpha = 1 \cdot 0,12^{4/3} \cdot 1 = 0,059,$$

$$\varphi_c = \frac{1}{\sqrt{1/0,95^2 + 0,059}} = \frac{1}{1,08} = 0,93,$$

Уточнюємо Q за формулою:

$$\begin{aligned} Q &= \varepsilon \cdot \varphi_c \cdot \delta \cdot h_{\Pi} \cdot b \cdot n \cdot \sqrt{2g(H_0 - h_{\Pi})} \\ &= 0,92 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 2 \cdot \left(\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (1,014 - 0,75)}\right) = 3. \end{aligned}$$

Знаходимо поріг водозабору:

$$\text{Поріг водозабору} = \text{НПР} - H = 329,00 - 1,00 = 328,00 \text{ м.}$$

3. Розрахунок спряження б'єфів

$$h_{CT} = \frac{h_{CT}'}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{g \cdot h_{CT}'^3}} - 1 \right),$$

$$qn = \frac{Q}{n \cdot b} = \frac{3}{2 \cdot 1} = 1,5,$$

$$q = \varepsilon \cdot \varphi \cdot \delta \cdot h_{CT}' \cdot \sqrt{2g(H_0 - h_{CT}')},$$

$$H_0 = (\text{ФПР} - \text{поріг}) + \frac{2V^2}{2g} = (330,2 - 328) + \frac{2 \cdot 1,5^2}{2 \cdot 9,81} = 2,43.$$

Знаходимо h_{CT}' методом підбору:

$$1,5 = 0,92 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot h_{CT}' \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (2,43 - h_{CT}')},$$

$$h_{CT}' = 0,27,$$

$$\text{тоді : } h'' = \frac{0,27}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{8 \cdot 1,1 \cdot 1,5^2}{9,81 \cdot 0,27^3}} - 1 \right) = 1,24,$$

Так як, $h'' > h_{\Pi}$, потрібні споруди гасіння енергії

4. Розрахунок споруд гасіння енергії

Розрахунок водобійного колодязя:

Глибина d_k :

$$d_k = 1.1 * h_{ст} - h_{п} = 1.1 * 1.24 - 0.75 = 0.61.$$

Довжина l_k :

$$l_k = 3,25 * \beta * \varphi_c * (\text{ФПР} - \text{поріг} - d_k) = 3,25 * 0,7 * 0,93 * (330,2 - 328 - 0,61) = 3,36 .$$

Довжина рисберми:

$$l_p = h_{п} \left[\frac{V_{кр} - V_k}{k_1(V_{кр} - V_{дон})} \right]^{2,38} ,$$

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha * qn^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1.1 * 1.5^2}{9.81}} = 0.63,$$

$$V_{кр} = \frac{q_n}{h_{кр}} = \frac{1,5}{0,63} = 2,4 ,$$

$$V_k = 1,2 * V_{дон} = 0,72,$$

$$V_{дон} = 0,6 \text{ м/с} ,$$

$$k_1 = 0.34 ,$$

$$l_p = 0.75 \left[\frac{2.4 - 0.72}{0.34(2.4 - 0.6)} \right]^{2,38} = 8,3 \text{ м.}$$

5. Гідравлічний розрахунок донних промивних галерей

$$Q_{гал} = \mu * \omega * \sqrt{2 * g * z_{гал}} ,$$

$$Q_{гал} \approx (0,5 \dots 1,0) Q_{водозабора} ,$$

$$z_{гал} = \text{ФПР} - \text{РВНБ}_{0,5\%} = 330,20 - 324,60 = 5,6 ,$$

$$\omega = \frac{Q_{гал}}{\mu * \sqrt{2gz_{гал}}} = \frac{3}{0,7 * \sqrt{2 * 9,81 * 5,6}} = 0,4 ,$$

$$\lambda = 0,003 + \frac{1}{16(2lg \frac{2 * R}{d_{сп}} + 1,74)} = 0,005,$$

$$l_{гал} = 25 \text{ м.} ,$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_{вх} + \lambda_R \frac{l_{гал}}{R}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,3 + 0,42 + 0,005 * \frac{25}{3,2}}} = 0,75 ,$$

$$Q_{\text{гал}} = 0,75 * 0,64 * \sqrt{2 * 9,81 * 5,6} = 5 .$$

Дійсна швидкість води в галереї:

$$V = \frac{Q_{\text{гал}}}{\omega} = \frac{5}{0,4} = 12,5 .$$

6. Розрахунок промивних отворів

Знайдемо ширину отворів водозабору для максимальної скидної витрати розрахункової забезпеченості $Q_{0,5\%}$:

$$B = \frac{Q_{0,5\%}}{\varepsilon m \sigma_n H_0^{3/2} \sqrt{2g}} ,$$

$$\sigma_n = \frac{H_n}{H_0} = \frac{1,6}{6,125} = 0,26 \text{ – підтоплення немає, } \sigma_n = 1 ,$$

$$H_n = \text{РВНБ}_{0,5\%} - \text{дно} = 324,60 - 323,00 = 1,6 ,$$

$$H_0 = H_{\text{max}} + \frac{\alpha V^2}{2g} = 6 + \frac{1,1 * 1,5^2}{2 * 9,81} = 6,126 \text{ м.},$$

$$H_{\text{max}} = \text{НПР} - \text{дно} = 329,00 - 323,00 = 6,00 \text{ м.},$$

$$B = \frac{60}{0,97 * 0,36 * 1 * 6,126^{3/2} * \sqrt{2 * 9,81}} = 2,56 \approx 3 \text{ - беремо два отвори по 1,5 м. кожен.}$$

Уточнюємо коефіцієнт бокового стиснення потоку за формулою:

$$\varepsilon = 1 - 0,1 * N * q * \frac{H_0}{B_{\text{отв.}}} = 1 - 0,1 * 2 * 0,7 * \frac{6,126}{4} = 0,79 ,$$

$$B_{\text{отв.}} = n * b + 1 = 2 * 1,5 + 1 = 4 ,$$

$$q=0,7 .$$

Уточнюємо Q за формулою:

$$Q = \varepsilon * m * \sigma_n * B_{\text{отв.}} * H_0^{3/2} * \sqrt{2g} = 0,79 * 0,36 * 1 * 4 * 6,126^{3/2} * \sqrt{2 * 9,81} = 76,4 .$$

Знайдемо висоту підняття щита методом підбору:

$$Q_{0,5\%} = \varepsilon * \varphi * B_{\text{отв.}} * \alpha * h_{\text{щит}} * \sqrt{2g(H_{\text{max}} - \alpha * h_{\text{щит}})} ,$$

$$60 = 0,79 * 0,97 * 4 * 0,65 * h_{\text{щит}} * \sqrt{2 * 9,81 * (6 - 0,65 * h_{\text{щит}})} ,$$

$$h_{\text{щит}} = 3,55 .$$

7. Розрахунок спряження б'єсів

$$h_c = \frac{q}{\varphi * \sqrt{2g * (T_0 - h_c)}} ,$$

$$q = \frac{Q_{0,5\%}}{n \cdot b} = \frac{60}{3} = 20 ,$$

$$T_0 = \text{ФПР} - \text{дно} = 330,20 - 323,00 = 7,2,$$

$$\varphi = 0,95 .$$

Знайдемо h_c методом підбору:

$$h_c = \frac{20}{0,95 * \sqrt{2 * 9,81 * (7,2 - h_c)}},$$

$$h_c = 2 ,$$

$$h_c'' = 0,5 * h_c * \left(\sqrt{1 + \frac{8 * \alpha * q^2}{g * h_c^3}} - 1 \right) = 0,5 * 2 * \left(\sqrt{1 + \frac{8 * 1,1 * 20^2}{9,81 * 2^3}} - 1 \right)$$

$$= 5,77 .$$

$h_c > h_{np}$ - треба споруди гасіння енергії

8. Розрахунок споруд гасіння енергії

Розрахунок водобійного колодязя:

Глибина d_k :

$$d_k = h_c - 1,2 * h_{кр} = 5,77 - 1,2 * 3,55 = 1,51,$$

$$h_{кр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 * 20^2}{9,81}} = 3,55 .$$

Довжина l_k :

$$l_k = \beta * L_{np} = 0,7 * 22,4 = 15,68,$$

$$L_{np} = 2,5 * (1,9 * h_c'' - h_c) = 2,5 * (1,9 * 5,77 - 2) = 22,4.$$

Довжина рисберми:

$$l_p = \text{НП} \left[\frac{V_{кр} - V_{к}}{k_1 (V_{кр} - V_{доп})} \right]^{2,38} ,$$

$$V_{кр} = \frac{q}{h_{кр}} = \frac{20}{3,55} = 5,63 ,$$

$$V_{к} = 1,2 * V_{доп} = 1,2 * 1,5 = 1,8,$$

$$V_{доп} = 1,5 \text{ м/с} ,$$

$$k_1 = 0,34 ,$$

$$l_p = 1.6 * \left[\frac{5.63 - 1.8}{0.34(5.63 - 1.5)} \right]^{2,38} = 17.456 \text{ м.}$$

9. Статичний розрахунок водозабора

$$\frac{K_1 * (G_k + 0.5G_k)}{K_3 * A_{1\%}} \gg K_H ,$$

$$K_H = 1,2 ; K_1 = 1.05; K_3 = 1,$$

$$G_k = g * \rho_6 * V = 9.81 * 2.4 * 94.67 = 2228.91 \text{ кН,}$$

$$A_{1\%} = \rho_0 * V * g = 1 * 9.81 * 44 = 431.64 \text{ кН,}$$

$$\frac{1.05 * (2228.91 + 0.5 * 2228.91)}{1 * 431.64} = 8.133 \gg 1.2.$$

Споруда стійка

10. Розрахунок на зсув

$$\frac{T_n + R_n + H_n}{R_a + H_e} \gg K_H ,$$

$$T_n = 1,7 * f d * K_1 * ((G_k + 0.5G_k) - f_0 * K_3 * \rho_0 * V * g) = 1,7 * 0,2 * 1,05 * ((2228,91 + 0,5 * 2228,91) - 0,2 * 1 * 1 * 94,67 * 9,81) = 0,357 * (3343,365 - 185,74) = 1127,27 \text{ кН,}$$

$$R_n = \frac{\mu_n * K_2 * \rho_{3\%} * g * h_c^2}{2} = \frac{2,77 * 1,2 * 1,9 * 9,81 * 1^2}{2} = 30,98 \text{ кН,}$$

$$\mu_n = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) = tg^2 \left(45 + \frac{28}{2} \right) = 2,77 ,$$

$$H_n = 0.5 * \rho_0 * g * h_n^2 = 0,5 * 1 * 9,81 * 1,6^2 = 12,56 \text{ кН,}$$

$$H_e = 0,5 * \rho_0 * g * h_e^2 = 0,5 * 1 * 9,81 * 7,2^2 = 254,28 \text{ кН,}$$

$$R_a = \frac{\mu_a * K_2 * \rho_{3\%} * g * L_n * H_k^2}{2} = \frac{0,36 * 1,2 * 1,9 * 9,81 * 25 * 2,5^2}{2} = 629,066 \text{ кН,}$$

$$\mu_a = tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) = tg^2 \left(45 + \frac{28}{2} \right) = 0,36 ,$$

$$H_k = \text{низ} - \text{дно} = 325,5 - 323 = 2,5 \text{ м.},$$

$$\varphi = 28; K_2 = 1,2; \rho_{3\%} = 1,9; h_c = 1; h_e = 7,2. ,$$

$$\frac{1127,27 + 30,98 + 12,56}{629,066 + 254,28} = 1,32 \gg 1,2.$$

Споруда стійка

11. Підбір насосів

Для водопостачання приймаємо два напірних водогони з поліетиленових труб, діаметром $\varnothing 350$ мм, та довжиною $l=98$ м. Необхідний напір для насосу $h=18$ м, та потрібна витрата $q=93,2$ л/с. Категорія надійності- II. За цими даними підбираємо 2 робочих та 1 резервний насоси марки LS-150-125-305E, компанії Grundfos.

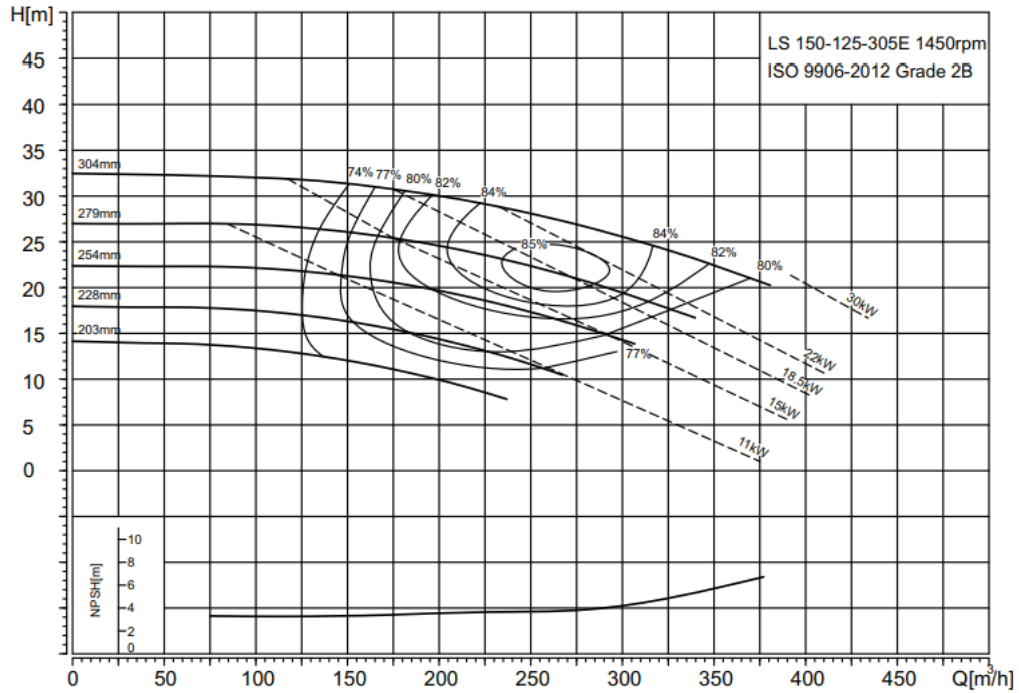


Рис.7. технічні характеристики насоса

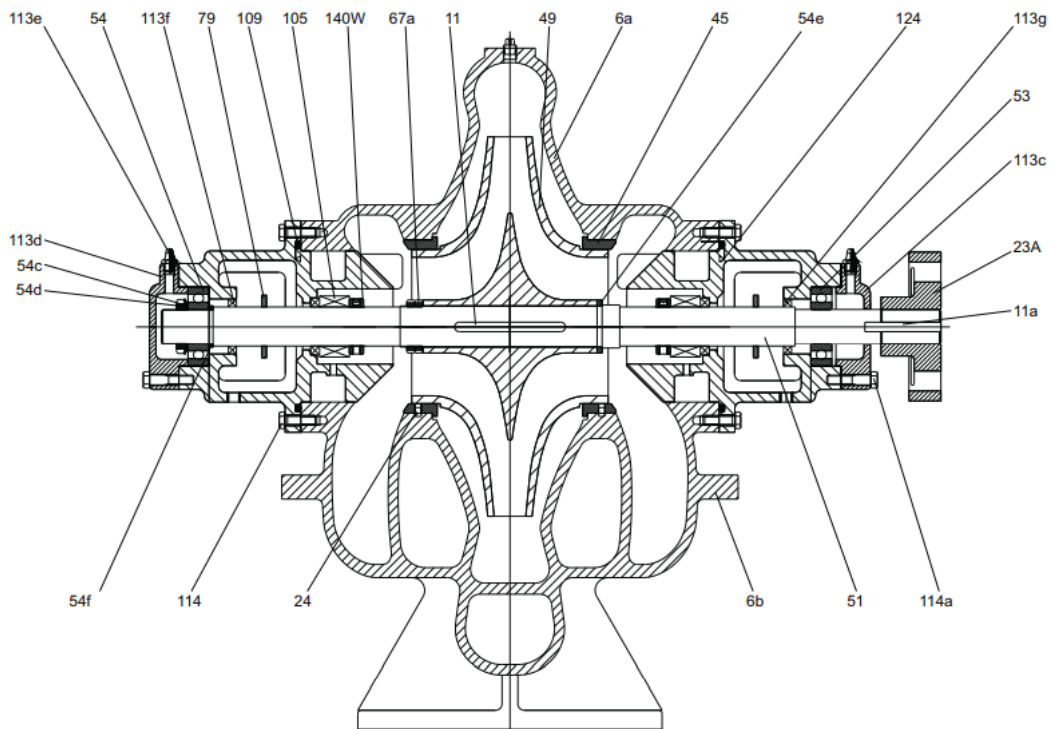


Рис.8. Конструкція насоса, тип 1

54d- стопорне кільце	6a- корпус насоса, верхня частина
54c - шайба	45- кільце щілинного ущільнення
113d- кришка підшипника, непривідна сторона	124- корпус ущільнення
113e- прокладка	113g- - манжетне ущільнення, підшипник з привідної сторони
54-шарикопідшипник, непривідна сторона	53- шарикопідшипник, привідна сторона
113f- манжетне ущільнення, підшипник з непривідної сторони	113с- кришка підшипника, непривідна сторона
79- бризкозахисний диск	11a- шпонка, муфта
109- кільцеве ущільнення	114a- болт
105- ущільнення вала	51- вал
140W- стопорне кільце	6b- корпус насоса, нижня частина
67a- гайка робочого колеса/втулки валу, праве різьблення;	24- стопорний штифт, кільце щілинного ущільнення
67a- контргайка робочого колеса/втулки валу, праве різьблення	114- болт
49- робоче колесо	11- шпонка, робоче колесо

Розділ 4. Розрахунок зовнішніх мереж водопостачання населеного пункту.

								Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА		38

1. Визначення розрахункових добових витрат води

Визначення розрахункового добового водоспоживання міста починається з розрахунку водоспоживання його населення (табл. 4).

Розрахункове (середньорічне) добове водоспоживання на господарсько-питні потреби для населення кожного житлового району міста розраховується за формулою:

$$Q_{\text{доб.ср}} = N \times q_{\text{ж}} / 1000, \text{ м}^3/\text{добу},$$

де N – кількість населення, що мешкає у даному районі (за завданням), осіб; $q_{\text{ж}}$ – питоме господарсько-питне водоспоживання населення, л/ос×добу, яке приймаємо для кожного з районів міста.

Розрахункові витрати води, необхідної для господарсько-питного водопостачання населенню в добу з найвищим та найнижчим рівнем водоспоживання, отримаємо із виразів:

$$Q_{\text{доб.мах}} = K_{\text{доб.мах}} \times Q_{\text{доб.ср}} ;$$

$$Q_{\text{доб.мін}} = K_{\text{доб.мін}} \times Q_{\text{доб.ср}}.$$

де $K_{\text{доб.мах}} = 1,1-1,3$ і $K_{\text{доб.мін}} = 0,7-0,9$ – коефіцієнти добової нерівномірності водоспоживання [12].

Таблиця 4

Водоспоживання населення міста

Райони міста	N, осіб	$q_{\text{ж}}$, л/ос.добу	$Q_{\text{доб.ср}}$, м ³ /добу	$K_{\text{доб.мах}}$	$Q_{\text{доб.мах}}$, м ³ /добу	$K_{\text{доб.мін}}$	$Q_{\text{доб.мін}}$, м ³ /добу
I	13000	230	2990	1.1	3289	0.7	2093
II	12000	230	2760	1.1	3036	0.7	1932
Разом	25000	-	5750	-	6325	-	4024

1.2. Розраховуємо водоспоживання на виробничі (табл. 5) та господарсько-питні (табл. 3) потреби промислових підприємств.

Таблиця 5

Водоспоживання на виробничі потреби підприємств

Назва підприємства	№ зміни	Одиниця продукції	$q_{\text{в}}$, м ³ /од	$N_{\text{прод}}$, од./зміну	$Q_{\text{в}}$, м ³ /зміну
Хлібозавод	1	Т	2.6	250	650
	2			225	585

	3			225	585
	разом	-	-	700	1820
Маслозавод	1	Г	13	250	3250
	разом	-	-	250	3250
Кондитерська фабрика	1	Г	22	40	880
	2			20	440
	разом	-	-	60	1320

Визначення витрат води на виробничі потреби підприємств, проводимо виходячи з обсягів виробництва продукції за кожну зміну роботи та питомої витрати води на технологічні потреби (в залежності від завдання). Перша зміна підприємства вважається найбільшою.

Витрати води на господарсько-питні потреби робітників на підприємствах у зміну передбачаємо [12]:

для гарячих цехів q_{Γ} – 45 л/особу;

для холодних q_x – 25 л/особу.

Кількість робітників, які приймають душ, залежать від характеру роботи, а витрата води на 1 особу, яка приймає душ, $q_{\text{душ}}$, на кожному підприємстві обираємо з [12] в залежності від характеру виробничих процесів. Щоб перевести літри в м^3 при визначенні витрати Q , слід поділити добуток ($N \times q$) на 1000.

Таблиця 6

Водоспоживання на господарсько-питні потреби підприємств та прийняття душу

№ підприємства	№ зміни	К-сть працюючих, ос.	Гарячі цехи			Холодні цехи			$Q_{\Gamma, \text{п}}$, $\text{м}^3/\text{зм}$	Прийняття душу		
			N_{Γ} , осіб	q_{Γ} , л/ос.	Q_{Γ} , $\text{м}^3/\text{зм}$	N_x , осіб	q_x , л/ос.	Q_x , $\text{м}^3/\text{зм}$		$N_{\text{душ}}$, осіб	$q_{\text{душ}}$, л/ос.зМ	$Q_{\text{душ}}$, $\text{м}^3/\text{зм}$
1	1	180	45	45	2,025	135	25	3,37	5,4	87	53,5	4,6
	2	110	28		1,26	82		2,05	3,4	53		2,8
	3	110	27		1,215	83		2,1	3,3	53		2,8

	Разом	400	100	-	4,5	300	-	7,6	12,1	193	-	10,2
2	1	140	70	45	3,15	70	25	1,75	4,9	47	75	3,5
	Разом	140	70	-	3,15	70	-	1,75	4,9	47	-	3,5
3	1	100	40	45	1,8	60	25	1,5	3,3	21	53,5	1,1
	2	80	32		1,44	48		1,2	2,64	17		0,9
	Разом	180	72	-	2,592	108	-	2,7	5,94	38	-	2
Разом	-	720	242	-	10,3	478	-	12,05	22,94	278	-	15,7

У зв'язку з відсутністю даних про площі різних видів благоустрою, максимальна добова витрата води на полив вулиць та зелених насаджень (табл. 7) розраховується в залежності від кліматичного регіону та кількості населення, що проживає в населеному пункті, використовуючи [12].

Таблиця 7

1.3. Витрати води на полив вулиць та зелених насаджень

Райони міста	Кількість населення, осіб	Питомі витрати води, л/ос.добу	Витрата води, м ³ /добу
I	13000	50	650
II	12000	50	600
Разом	25000	-	1250

1.4. Витрати води на пожежогасіння

Розрахункова кількість одночасних пожеж = 2

$Q_{\text{пож.}} = 25 \text{ л/с}$ - на одну пожежу, для двох $Q_{\text{пож.}} = 50 \text{ л/с}$

За даними таблиць 4-7 складаємо таблицю 8 балансу у добу середнього, максимального і мінімального водоспоживання міста.

Таблиця 8

1.5. Баланс добового водоспоживання міста

№	Споживачі	Витрата води, м ³ /добу		
		середньодобове водоспоживання	доба максимального водоспоживання	доба мінімального водоспоживання
1	Населення I району	2990	3289	2093

	Невраховані витрати	299	328,9	209,3
	Разом	3289	3617,9	2302,3
2	Населення II району	2760	3036	1932
	Невраховані витрати	276	303,6	193,2
	Разом	3036	3339,6	2125,2
3	Підприємство №1			
	Виробничі потреби	1820	1820	1820
	Господарсько-питні	12,1	12,1	12,1
	Душові	10,2	10,2	10,2
	Разом	1842,3	1842,3	1842,3
4	Підприємство №2			
	Виробничі потреби	3250	3250	3250
	Господарсько-питні	4,9	4,9	4,9
	Душові	3,5	3,5	3,5
	Разом	3258,4	3258,4	3258,4
5	Підприємство №3			
	Виробничі потреби	1320	1320	1320
	Господарсько-питні	5,94	5,94	5,94
	Душові	2	2	2
	Разом	1327,9	1327,9	1327,9
6	полив вулиць та зелених насаджень			
	I район	325	650	-
	II район	300	600	-
	Разом	625	1250	-
		13378,6	14636,1	10856,1

Витрати води на місцеві виробничі потреби та невраховане споживання приймаються на рівні 10% від витрат води на господарсько-питні потреби в населеному пункті.

Середньодобові витрати води на полив вулиць та зелених насаджень приймаємо на рівні 50% від витрат води на потреби у добу максимального водоспоживання. У добу мінімального водоспоживання полив не проводиться.

2. Визначення погодинних витрат води

Для кожного району міста розраховуємо максимальний коефіцієнт погодинної нерівномірності споживання води населенням [12]:

$$K_{г.маx} = a_{маx} \times b_{маx} ;$$

де $a_{маx}$ – коефіцієнт, який враховує ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови [12];

$b_{маx}$ – коефіцієнт, який враховує чисельність мешканців у населеному пункті.

I район:

$$K_{г.маx.I} = 1,4 \times 1,27 = 1,8;$$

II район:

$$K_{г.маx.II} = 1,4 \times 1,28 = 1,8.$$

Загальне водоспоживання за добу максимального водоспоживання, розподіляється погодинно (табл. 6).

Погодинне споживання води населенням кожного з районів міста визначаємо, на основі графіків водоспоживання для аналогічних водопроводів [15], приймаючи для першого району міста $K_{г.маx} = 1,45$, а для другого – $K_{г.маx} = 1,7$.

Припускається, що споживання води на виробничі та господарсько-питні потреби підприємств є рівномірним протягом зміни. Для всіх підприємств передбачається 8-годинна зміна, початок першої зміни о 8 годині. Вода використовується в душових протягом 45 хвилин після закінчення кожної зміни.

Витрати води на полив зелених насаджень, вулиць та площ розподілено з урахуванням вимог [12], згідно з якими поливати необхідно в той час, коли водоспоживання є мінімальним та середнім.

Графік водоспоживання будуємо за годинами доби (рис. 9) по сумарним погодинним витратам (графа 22 табл. 9).

Годи ни доби	Населення I району		Населення II району		Разом	Підприємство №1				Підприємство №2				Підприємство №3				Разо м	Полив		Q міста
	% від Q доб.мак	витрата, м³/ГОД.	% від Q _{доб.мак}	витрата, м³/ГОД.		виробничі	госп.питні	душові	разом	виробничі	госп.питні	душові	разом	виробничі	госп.питні	душові	разом		I район	II район	
0-1	0,9	32,56	0,9	30,0 5	62,61	73,12 5	0,41 25	2,8	76,3 4							0,9	0,9	139, 85	54, 16	50	244,01
1-2	0,9	32,56	0,9	30,0 5	62,61	73,12 5	0,41 25		73,5 38									136, 148	54, 16	50	240,30 8
2-3	0,9	32,56	0,9	30,0 5	62,61	73,12 5	0,41 25		73,5 37									136, 147	54, 16	50	240,30 7
3-4	1	36,18	1	33,3 9	69,57	73,12 5	0,41 25		73,5 38									143, 108	54, 16	50	247,26 8
4-5	1,35	48,84	1,35	45,0 8	93,92	73,12 5	0,41 25		73,5 37									167, 457	54, 16	50	271,61 7
5-6	3,85	139,29	3,85	128, 57	267,8 6	73,12 5	0,41 25		73,5 38									341, 398	54, 16	50	445,55 8
6-7	5,2	188,13	5,2	173, 65	361,7 8	73,12 5	0,41 25		73,5 37									435, 317	54, 16	50	539,47 7
7-8	6,2	224,31	6,2	207, 05	431,3 6	73,12 5	0,41 25		73,5 38									504, 898	54, 16	50	609,05 8
8-9	5,5	198,98	5,5	183, 67	382,6 5	81,25	0,67 5	2,8	84,7 25	406, 25	0,612 5		406,8 6	110	0,412 5		110, 41	984, 645			984,64 5
9-10	5,85	211,65	5,85	195, 36	407,0 1	81,25	0,67 5		81,9 2	406, 25	0,612 5		406,8 6	110	0,412 5		110, 41	1006 ,2			1006,2

10-11	5	180,89	5	166,98	347,87	81,25	0,675		81,93	406,25	0,6125		406,86	110	0,4125		110,41	947,07			947,07
11-12	6,5	235,16	6,5	217,07	452,23	81,25	0,675		81,92	406,25	0,6125		406,86	110	0,4125		110,41	1051,42			1051,42
12-13	7,5	271,34	7,5	250,47	521,81	81,25	0,675		81,93	406,25	0,6125		406,86	110	0,4125		110,41	1121,01			1121,01
13-14	6,7	242,39	6,7	223,75	466,14	81,25	0,675		81,92	406,25	0,6125		406,86	110	0,4125		110,41	1065,33			1065,33
14-15	5,35	193,56	5,35	178,66	372,22	81,25	0,675		81,93	406,25	0,6125		406,86	110	0,4125		110,41	971,42			971,42
15-16	4,65	168,23	4,65	155,29	323,52	81,25	0,675		81,92	406,25	0,6125		406,86	110	0,4125		110,41	922,71			922,71
16-17	4,5	162,81	4,5	150,28	313,09	73,125	0,425	4,6	78,15			3,5	3,5	55	0,33	1,1	56,43	451,17			451,17
17-18	5,5	198,98	5,5	183,67	382,65	73,125	0,425		73,55					55	0,33		55,33	511,53			511,53
18-19	6,3	227,93	6,3	210,39	438,22	73,125	0,425		73,55					55	0,33		55,33	567,1			567,1
19-20	5,35	193,56	5,35	178,66	372,22	73,125	0,425		73,55					55	0,33		55,33	501,1			501,1
20-21	5	180,89	5	166,98	347,87	73,125	0,425		73,55					55	0,33		55,33	476,75	54,16	50	580,91
21-22	3	108,54	3	100,18	208,72	73,125	0,425		73,55					55	0,33		55,33	337,6	54,16	50	441,76
22-23	2	72,36	2	66,7	139,1	73,125	0,425		73,55					55	0,33		55,33	268,	54,	50	372,19

				9	5	5	5		5							3	03	16			
23-24	1	36,18	1	33,3 9	69,57	73,12 5	0,42 5		73,5 5					55	0,33		55,3 3	198, 45	54, 16	50	302,61
Всѐг о	100	3617,9	100	3339 ,6	6957,2 6	1820	12,1	10, 2	1842 ,3	3250	4,9	3,5		1320	5,94	2	1327 ,02	1338 5,85 8			14636

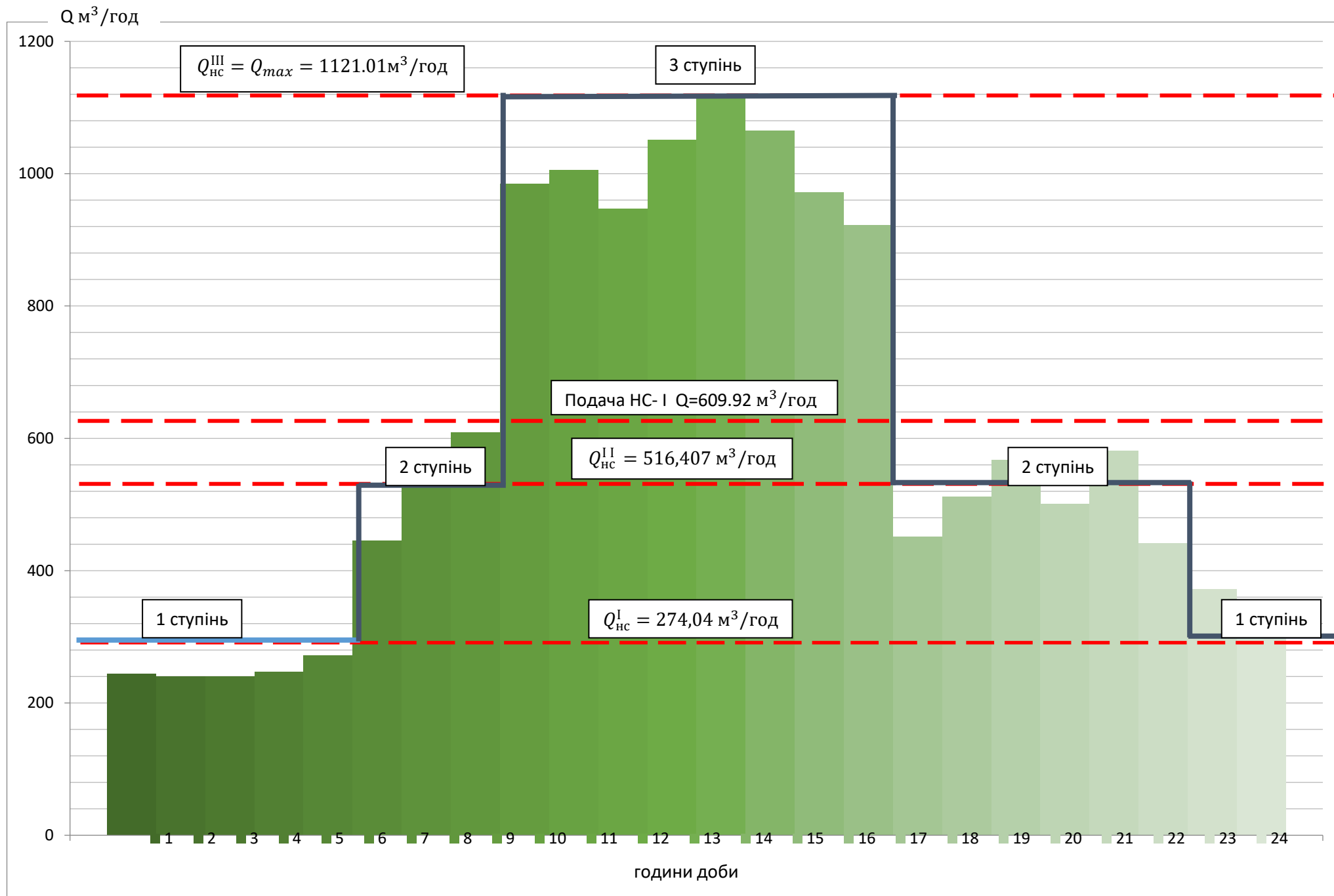


Рис.9. Добові графіки водоспоживання міста і подачі води насосами 2 підйому

Таблиця 10

Визначення подачі насосів на насосних станціях

Насосна станція	Тривалість роботи насосів, год.	Витрати, м ³ /год	Подача
НС- II 1 ступінь	7	274,04	1918,31
НС- II 2 ступінь	9	516,407	4647,663
НС- II 3 ступінь	8	1121,01	8069,809
НС- I	24	609,92	14636

4. Визначення місткості регулюючих споруд

Шляхом суміщення графіків водоспоживання і водоподачі насосами 2-го підняття визначаємо регулюючий об'єм РЧВ (табл. 11).

Таблиця 11

Визначення регулюючого об'єму РЧВ

Години доби	Qміста, м ³ /год	Qн.с.П, м ³ /год	q у РЧВ, м ³ /год	q із РЧВ, м ³ /год	W у РЧВ, м ³
0-1	609,92	274,04	335,88		335,88
1-2	609,92	274,04	335,88		671,76
2-3	609,92	274,04	335,88		1007,64
3-4	609,92	274,04	335,88		1343,52
4-5	609,92	274,04	335,88		1679,4
5-6	609,92	516,407	93,513		1772,913
6-7	609,92	516,407	93,513		1866,426
7-8	609,92	516,407	93,513		1959,939
8-9	609,92	1008,73		398,81	1561,129
9-10	609,92	1008,73		398,81	1162,329
10-11	609,92	1008,73		398,81	763,519
11-12	609,92	1008,73		398,81	364,719
12-13	609,92	1008,73		398,81	-34,091

13-14	609,92	1008,73		398,81	-432,981
14-15	609,92	1008,73		398,81	-831,701
15-16	609,92	1008,72		398,81	-1230,501
16-17	609,92	516,407	93,513		-1136,983
17-18	609,92	516,407	93,513		-1043,475
18-19	609,92	516,407	93,513		-949,962
19-20	609,92	516,407	93,513		-856,449
20-21	609,92	516,407	93,513		-762,936
21-22	609,92	516,407	93,513		-669,423
22-23	609,92	274,04	335,98		-333,443
23-24	607,84	274,04	335,8		-0,357
Разом	14636	14636	3192,797	3190,48	0

$$W_{\text{рег.р}} = 1959,939 + 1230,501 = 3190,44,$$

Повний об'єм РЧВ:

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{рег.р}} + W_{\text{пож.р}} + W_{\text{в.п}},$$

де $W_{\text{в.п}}$ – запас води на власні потреби станцій підготовки води.

$W_{\text{пож.р}}$ – пожежний запас води:

$$W_{\text{пож.р}} = T_{\text{п}} (3,6q_{\text{п}} - Q_1) + W_{\text{госп}},$$

де $T_{\text{п}} = 3$ – час гасіння пожежі в системах водопостачання І категорії; $q_{\text{п}}$ – витрати води на гасіння розрахункової кількості пожеж у населеному пункті, ($q_{\text{п}} = 2 \times 25 = 50$ л/с з [12]); $Q_1 = 609,92$ м³/год – пода-ча води НС-І в РЧВ; 3,6 – коефіцієнт переведення л/с у м³/год; $W_{\text{госп}} = 1051,42 + 1121,01 + 1065,33 = 3237,76$ м³ – об'єм води, що споживається за три суміжні години найбільшого водоспоживання (графа 19 табл.9).

$$W_{\text{пож.р}} = 3 \times (3,6 \times 50 - 609,92) + 3237,76 = 1948 \text{ м}^3.,$$

$$W_{\text{рчв}} = 3190,44 + 1948 + 439,08 = 5577,52 \text{ м}^3.$$

Приймаємо два прямокутні РЧВ місткістю 3000 м³ кожний і розмірами: довжина – 18 м; ширина – 18 м; глибина води – $h_{\text{р}} = 4,84$ м.

5. Визначення розрахункових режимів роботи водопровідних мереж та секундних витрат води

Оскільки в проєкті прийнята схема водопостачання міста з контррезервуаром, то в день максимального водоспоживання перевіряємо мережу для трьох розрахункових режимів: години максимального водовідбору з мережі (година 8-9 табл.9), години максимального транзиту води в бак водонапірної башти (година 23-24 табл.9) та гасіння пожежі при максимальному водовідборі.

Для виконання гідравлічних розрахунків магістральної водопровідної мережі витрати води за період максимального водоспоживання та максимального транзиту води в башту, вписані з табл.9, переводимо у секундні (поділивши на 3,6).

Результати заносимо в таблицю 12.

Таблиця 12

Визначення розрахункових секундних витрат води

Розмірність	Q _{нас.І,}	Q _{нас.ІІ,}	Q _{підп.І,}	Q _{підп.2,}	Q _{підп.3}	Q _{пол.І,}	Q _{пол.2}	Всього
година максимального водоспоживання								
м ³ /год	271,34	250,47	81,93	406,86	110,41	-	-	1121,01
л/с	75,37	69,575	22,758	113,016	30,67	-	-	311,389
								311,39

Використовуючи таблицю 8, вибираємо потрібні значення для визначення секундних витрат живлення мережі для трьох розрахункових режимів. Результати заносимо в таблицю 11. При пожежі башту вважаємо відключеною.

Таблиця 11

Визначення секундних витрат живлення мережі

Одиниця	Режим	Водоспоживання	Подача насосів
м ³ /год	Мах	1121,01	1121,01
л/с		311,39	311,39
м ³ /год	Мах+пож.	1301,01	1301,01
л/с		361,39	361,39

6. Визначення дорожніх витрат та вузлових відборів

фактичну та розрахункову довжину ділянок магістральних ліній мережі обчислюємо за планом міста, обмежених вузлами, та визначаємо фактичну і розрахункову (ЛІ і ЛІІ) довжину магістральної водопровідної мережі окремо для кожного району міста, як суму розрахункових довжин ділянок в межах даного району (табл. 12).

Розраховуємо дорожні витрати q_d на всіх розрахункових ділянках (окремо для кожного району), як добуток питомої витрати води $q_{\text{пит}}$ при певному режимі і розрахункової довжини ділянки (табл. 12).

Таблиця 12

Визначення дорожніх витрат води

Ділянка	Фактична довжина, м	Розрахункова довжина, м	$q_{d,\text{max}}$, л/с
І район			
1-2	1050	1050	19,278
2-7	1330	665	12,20
7-8	1090	1090	20,01
8-1	1300	1300	23,868
Разом	4770	4105	75,36
ІІ район			
2-3	860	860	10,81
3-4	620	620	7,7934
4-5	850	850	10,6845
5-6	570	570	7,1649
6-3	1340	1340	16,84
6-7	630	630	7,91
7-2	1330	665	8,359
Разом	6200	5535	69,57
Всього	10970	9640	144,93

В таблиці 13 для кожного розрахункового режиму визначаємо вузлові витрати $q_{\text{вузл}}$, що обчислюються як половина суми всіх дорожніх витрат, що прилягають до даного вузла, л/с: $q_{\text{вузл}} = \varepsilon q_d / 2$.

Загальна дорожня витрата лінії, що проходить на межі двох районів, розраховуємо як суму дорожніх витрат, отриманих для цієї ділянки у відповідному районі.

Таблиця 13

Визначення вузлових відборів

№ вузла	max			max+пож	
	q _{вузл} , л/с	Q _{підпр.} , л/с	Q _{вузл} , л/с	q _{пож} , л/с	Q _{вузл} , л/с
1	21,573	22,758	44,331	-	44,331
2	25,32	-	25,32	-	25,32
3	17,72	-	17,72	-	17,72
4	9,24	30,67	39,91	-	39,91
5	8,92	-	8,92	25	33,92
6	15,96	113,016	128,976	25	153,976
7	24,24	-	24,24	-	24,24
8	21,939	-	21,393	-	21,939

Для кожного з районів визначаємо питому витрату води:

- при максимальному водоспоживанні

$$q_{\text{пит. I район}} = q_{\text{нас. I}} / L = 75.37 / 4105 = 0.01836,$$

$$q_{\text{пит. II район}} = q_{\text{нас. II}} / L = 69.575 / 5535 = 0.01257.$$

За таблицями Шевелева, підбираємо діаметри, швидкості та 1000i.

Ділянка	max.				max.+ пож.				Дпр.
	q	V	D	1000i	q	V	D	1000i	
НС-1	155,7	1,225	400	5,27	180,7	1,43	400	7,18	400
НС-1	155,7	1,225	400	5,27	180,7	1,43	400	7,18	400
1-2	195,086	1,53	400	8,17	220,086	1,38	450	5,74	450
2-3	145,526	1,49	350	9,18	170,526	1,34	400	6,37	400
3-4	88,83	1,22	300	7,47	113,83	1,16	350	5,62	350
4-5	48,92	0,97	250	6,26	73,92	1,47	250	13,8	250
5-6	40	1,24	200	13,1	40	1,24	200	13,1	200

6-7	50	0,99	250	6,5	75	1,03	300	5,46	300
7-8	50	0,99	250	6,5	75	1,03	300	5,46	300
8-1	71,939	1,43	250	13,1	96,939	1,33	300	8,91	300
6-3	38,976	1,21	200	12,5	38,976	1,21	200	12,5	200
7-2	24,24	1,33	150	21,8	24,24	1,33	150	21,8	150

Визначення втрат напору в трубах та ув'язка кілець

Гідравлічні розрахунки кільцевої водопровідної мережі з ув'язуванням кілець за втратами напору на її ділянках дають змогу отримати фактичні витрати води і втрати напору на всіх ділянках з вибраними стандартними діаметрами труб.

Ітеративний метод В.Г.Лобачова найчастіше використовують при ув'язці мереж, який передбачає розрахунок кожного окремого кільця, послідовне наближення нев'язок в усіх кільцях до припустимих значень та перерозподіл витрат ділянками мережі.

Втрати напору в трубах визначають або за питомим гідравлічним опором труб A з відповідним поправочним коефіцієнтом [16] (перший спосіб), або за втратами напору на 1 км трубопроводу – $1000i$ [16] (другий спосіб).

$$h = 1000i \times l,$$

де $1000i$ – гідравлічний похил у трубах, збільшений у 1000 разів, що відповідає втратам напору в м на 1 км довжини трубопроводу для витрат води, виражених в л/с [16]; l – довжина ділянки трубопроводу, км.

Фактичний розподіл потоків гілками кільцевої водопровідної мережі відбувається таким чином, що втрати напору на одній гілці дорівнюють втратам напору на іншій. Тобто, якщо прийняти втрати напору зі знаком "+" на ділянках кілець, вода по яким рухається за годинниковою стрілкою, а зі знаком "-" – якщо проти, то буде дотримуватися рівність $\sum h = 0$ для всіх кілець мережі.

При цьому слід пам'ятати:

1. Втрати напору на ділянках мережі з рухом води за годинниковою стрілкою приймають із знаком "плюс", з протилежним рухом – "мінус";
2. Нев'язку втрат напору в кожному кільці визначають як алгебраїчну суму втрат напору на всіх ділянках кільця;
3. Величини $S \times q$ чи h/q завжди додатні;
4. Поправочну витрату кільця, л/с, визначають за формулою

$$\Delta q_{\text{кільця}} = \frac{|\Delta h|}{2 * \sum \left(\frac{h}{q}\right)}$$

де Δh – нев'язка кільця, м;

5. Отримання знаку поправочних витрат окремих ліній кільця здійснюють залежно від знаків втрат напору на даній ділянці і нев'язки у кільці: якщо знаки нев'язки кільця D_h і втрат напору на ділянці h однакові, то поправочну витрату ($\Delta q_{\text{кільця}}$) на даній ділянці записують зі знаком "мінус", якщо різні – "плюс";

6. В спільною для двох суміжних кілець, повну поправочну витрату ділянки, обов'язково включають поправочну витрату цієї лінії, визначеної в суміжному кільці ($\Delta q_{\text{суміжного кільця}}$) з тим самим знаком. На цих ділянках поправочну витрату власного і суміжного кілець складають алгебраїчно, отримуючи для обох кілець однакові значення загальних поправочних витрат на цих лініях та нових значень q в наступному наближенні. Ув'язують всі кільця мережі в процесі розрахунку параллельно;

7. Розрахунок ведуть до досягнення допустимих нев'язок в усіх кільцях:

- на випадок господарських режимів роботи мережі $\Delta h \leq 0,5$ м;
- на випадок режиму пожежогасіння $\Delta h \leq 1,0$ м.

По контуру мережі допустима нев'язка становить:

- на випадок господарських режимів роботи мережі $\Delta h \leq 1,0$ м;
- на випадок режиму пожежогасіння $\Delta h \leq 1,5$ м.

Виправляють розрахункові витрати води і повторно визначають втрати напору на ділянках. Кількість наближень може бути різною і залежить від виконання умови досягнення значень допустимих нев'язок в усіх кільцях і контурі мережі.

Ув'язка кілець при максимальному режимі+пожежний

№ кільця	№ ділянки	довжина l, км	попередній потокорозподіл							Δq власного кільця	Δq суміжного кільця	перше наближення					Δq власного кільця	Δq суміжного кільця	
			напряма	d, мм	V, м/с	q, л/с	1000i, м/км	h = 1000i*l, м	h/q			V, м/с	q, л/с	1000i, м/км	h = 1000i*l, м	h/q			
1	1--2	1,05	1	450	1,53	195,09	5,74	6,027	0,031	-5,80		1,19	189,29	3,62	3,801	0,020	-2,855		
	2--7	1,33	1	150	1,33	24,24	21,80	28,994	1,196	-5,80	-2,95	0,88	15,49	8,55	11,376	0,734	-2,855	4,22	
	7--8	1,09	-1	300	0,99	50	5,46	-5,951	0,119	5,80		0,79	55,80	2,91	-3,173	0,057	2,855		
	8--1	1,3	-1	300	1,43	71,94	8,91	-11,583	0,161	5,80		1,10	77,74	5,28	-6,867	0,088	2,855		
							$\Delta h =$	17,487	1,507	$\Sigma h/q$					$\Delta h =$	5,137	0,900	$\Sigma h/q$	
									$\Delta q_{\text{кільця}} =$	5,80						$\Delta q_{\text{кільця}} =$	2,855		
2	2--3	0,86	1	400	1,49	145,53	6,37	5,478	0,038	2,95		1,18	148,48	4,16	3,574	0,024	-4,222		
	3--6	1,34	1	200	1,21	38,98	12,50	16,750	0,430	2,95	3,31	1,44	45,24	14,50	19,428	0,429	-4,222	-5,57	
	6--7	0,63	-1	300	0,99	50	5,46	-3,440	0,069	-2,95		0,67	47,05	2,15	-1,353	0,029	4,222		
	7--2	1,33	-1	150	1,33	24,24	21,80	-28,994	1,196	-2,95	-5,80	0,88	15,49	8,55	-11,376	0,734	4,222	-2,86	
							$\Delta h =$	-10,206	1,732	$\Sigma h/q$					$\Delta h =$	10,272	1,217	$\Sigma h/q$	
									$\Delta q_{\text{кільця}} =$	2,95						$\Delta q_{\text{кільця}} =$	4,222		
3	3--4	0,62	1	350	1,22	88,83	5,62	3,484	0,039	-3,31		0,89	85,52	2,95	1,831	0,021	5,570		
	4--5	0,85	1	250	0,97	48,92	13,80	11,730	0,240	-3,31		0,93	45,61	4,93	4,188	0,092	5,570		
	5--6	0,57	1	200	1,24	40	13,10	7,467	0,187	-3,31		1,17	36,69	9,91	5,648	0,154	5,570		
	6--3	1,34	-1	200	1,21	38,98	12,50	-16,750	0,430	3,31	2,95	1,44	45,24	14,50	-19,428	0,429	-5,570	-4,22	
							$\Delta h =$	5,931	0,895	$\Sigma h/q$					$\Delta h =$	-7,761	0,697	$\Sigma h/q$	
									$\Delta q_{\text{кільця}} =$	3,31						$\Delta q_{\text{кільця}} =$	5,570		
							13,212								7,649				

друге наближення					Δq власного кільця	Δq суміжного кільця	третє наближення					Δq власного кільця	Δq суміжного кільця	четверте наближення					Δq власного кільця
V, м/с	q, л/с	1000i, м/км	h = 1000i*l , м	h/q			V, м/с	q, л/с	1000i, м/км	h = 1000i*l, м	h/q			V, м/с	q, л/с	1000i, м/км	h = 1000i*l , м	h/q	
1,1 7	186,4 3	3,52	3,698	0,020	-3,213		1,15	183,22	3,41	3,583	0,020	-0,872		1,15	182,35	3,38	3,553	0,019	-1,760
0,9 5	16,86	9,96	13,240	0,785	-3,213	0,44	0,80	14,09	7,21	9,595	0,681	-0,872	2,45	0,89	15,67	8,73	11,606	0,741	-1,760
0,8 3	58,66	3,18	-3,470	0,059	3,213		0,88	61,87	3,50	-3,818	0,062	0,872		0,89	62,74	3,59	-3,915	0,062	1,760
1,1 4	80,60	5,64	-7,329	0,091	3,213		1,19	83,81	6,05	-7,867	0,094	0,872		1,20	84,68	6,17	-8,016	0,095	1,760
		$\Delta h =$	6,139	0,955	$\Sigma h/q$				$\Delta h =$	1,494	0,856	$\Sigma h/q$				$\Delta h =$	3,229	0,917	$\Sigma h/q$
	□	□	$\Delta q_{\text{кільця}} =$	3,213	□		□		$\Delta q_{\text{кільця}} =$	0,872	0,872	□		□		□	$\Delta q_{\text{кільця}} =$	1,760	
1,1 5	144,2 5	3,94	3,392	0,024	-0,441		1,15	143,81	3,92	3,374	0,023	-2,452		1,13	141,36	3,80	3,270	0,023	-0,787
1,1 3	35,45	9,31	12,476	0,352	-0,441	1,56	1,16	36,57	9,85	13,200	0,361	-2,452	0,37	1,10	34,48	8,86	11,871	0,344	-0,787
0,7 3	51,28	2,50	-1,577	0,031	0,441		0,73	51,72	2,54	-1,601	0,031	2,452		0,77	54,17	2,76	-1,739	0,032	0,787
0,9 5	16,86	9,96	-13,240	0,785	0,441	-3,21	0,80	14,09	7,21	-9,595	0,681	2,452	-0,87	0,89	15,67	8,73	-11,606	0,741	0,787
		$\Delta h =$	1,051	1,192	$\Sigma h/q$				$\Delta h =$	5,378	1,096	$\Sigma h/q$				$\Delta h =$	1,795	1,140	$\Sigma h/q$
	□	□	$\Delta q_{\text{кільця}} =$	0,441	□		□		$\Delta q_{\text{кільця}} =$	2,452	2,452	□		□		□	$\Delta q_{\text{кільця}} =$	0,787	
0,9 5	91,09	3,31	2,051	0,023	-1,564		0,93	89,52	3,21	1,988	0,022	-0,367		0,93	89,16	3,18	1,974	0,022	-1,281
1,0 4	51,18	6,06	5,153	0,101	-1,564		1,01	49,61	5,73	4,872	0,098	-0,367		1,00	49,25	5,66	4,808	0,098	-1,281
1,3 5	42,26	12,81	7,299	0,173	-1,564		1,30	40,69	11,96	6,816	0,167	-0,367		1,28	40,33	11,76	6,705	0,166	-1,281
1,1 3	35,45	9,31	-12,476	0,352	1,564	-0,44	1,16	36,57	9,85	-13,200	0,361	0,367	-2,45	1,10	34,48	8,86	-11,871	0,344	1,281
		$\Delta h =$	2,027	0,648	$\Sigma h/q$				$\Delta h =$	0,476	0,649	$\Sigma h/q$				$\Delta h =$	1,615	0,630	$\Sigma h/q$
	□	□	$\Delta q_{\text{кільця}} =$	1,564	□				$\Delta q_{\text{кільця}} =$	0,367	0,367	□		□		□	$\Delta q_{\text{кільця}} =$	1,281	
			9,217					7,347								6,639			

Розділ 5. Технологічна карта на будівництво грунтової греблі.

Консультант

/ _____ /

58

						АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

1. Визначення об'ємів робіт

Табл.№13						
Об'єми земляних робіт при влаштуванні насипної ґрунтової греблі						
Перетин	Робоча відмітка по осі h, м	Ширина В, м	Площа поперечного перетину $F=(B+h*m)*h$	Півсума площ $\frac{F_1 + F_2}{2}$	Відстань між поперечниками, l	Об'єм робіт $V = \frac{F_1+F_2}{2} * l$
1-1	0	0	0	14,2	16	228,0
2-2	1,78	8	28,5			
2-2	1,78	8	28,5	42,8	8,5	363,4
3-3	2,78	8	57,0			
3-3	2,78	8	57,0	75,8	7	530,4
4-4	3,78	8	94,5			
4-4	3,78	8	94,5	117,8	9	1060,2
5-5	4,78	8	141,1			
5-5	4,78	8	141,1	168,8	9	1519,4
6-6	5,78	8	196,6			
6-6	5,78	8	196,6	228,8	10	2288,4
7-7	6,78	8	261,1			
7-7	6,78	8	261,1	339,1	13	4408,5
8-8	8,78	8	417,1			
8-8	8,78	8	417,1	339,1	33	11190,9
9-9	6,78	8	261,1			
9-9	6,78	8	261,1	228,8	20	4576,8
10-10	5,78	8	196,6			
10-10	5,78	8	196,6	168,8	13	2194,6

11-11	4,78	8	141,1			
11-11	4,78	8	141,1	117,8	9	1060,2
12-12	3,78	8	94,5			
12-12	3,78	8	94,5	75,8	8,5	644,1
13-13	2,78	8	57,0			
13-13	2,78	8	57,0	40,4	9,62	389,1
14-14	1,58	8	23,9			
14-14	1,58	8	23,9	11,9	8,67	103,5
15-15	0	0	0,0			
			$\Sigma=1970,1$			$\Sigma=30557,5$

2. Вибір методів виконання робіт і комплектів машин

Варіант 1. Влаштування насипної ґрунтової греблі самохідними скреперами.

Визначаємо експлуатаційну продуктивність самохідного скрепера за зміну, м³:

$$P_e = \frac{3600}{t_{\text{ц}}} * c * q * K_1 * K_2 * K_B;$$

де С=8 годин – тривалість зміни; $t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, с:

$$t_{\text{ц}} = t_3 + t_B + t_n + t_p + t_{\text{пов}};$$

де $t_3, t_B, t_n, t_p, t_{\text{пов}}$ - тривалість відповідно навантаження ковша, навантаженого і порожнього ходу скрепера, розвантаження скрепера, на повороти,

$$t_3 = \frac{3,6 * Z_3}{v_3};$$

Z_3 – довжина шляху навантаження скрепера при клиновидно му різанні, м:

$$Z_3 = \frac{2 * g * k_1 * (1+m)}{a * h};$$

g - місткість ковша, м³;

k_1 - коефіцієнт використання місткості ковша;

k_H - коефіцієнт наповнення ковша скрепера;

k_P - коефіцієнт початкового розрихлення ґрунту;

№ ПП студента	Вид ведучої машини	Вид ведучої машини	Машини для ущільнення ґрунту
3 Таварткіла дзе Н.І.	Колісний трактор-скрепер Cat® с відкритим ковшем 631К місткістю 26 м ³ 631K (Tier 2/Stage II) Скреперы с открытым ковшом Cat Caterpillar	Екскаватор зі зворотною лопатою EO-4321 місткість ковша 0.65 м ³	Котки вібраційні масою до 25...30 т

k_B - коефіцієнт використання скрепера в часі;

Для скрепера Cat® с відкритим ковшем 631К маємо: $q=26\text{м}^3$; $a=3,404\text{ м}$; $h=0,45\text{ м}$; $k_1 = \frac{k_H}{k_P} = \frac{0,9}{1,1} = 0,82$; $m=0,16$ – коефіцієнт призми волочіння для супіску при об'ємі ковша 26 м³; $v^3=2\text{ км/год}$ – швидкість руху при завантаженні. Тоді:

$$z_3 = \frac{2 \cdot 26 \cdot 0,82 \cdot (1 + 0,16)}{3,404 \cdot 0,45} = 32,29 \text{ м.};$$

Звідки

$$t_3 = \frac{3,6 \cdot z_3}{v_3} = \frac{3,6 \cdot 32,29}{2} = 58,12 \text{ с.};$$

Тривалість вантажного та порожнього ходів знаходимо за формулою:

$$t_B + t_{\Pi} = \frac{3,6 \cdot l_{\text{тр}}}{v_{\text{ср}}} \cdot 2 = \frac{3,6 \cdot 1000}{30} \cdot 2 = 240 \text{ с.};$$

тут прийнято $v=30\text{ км/год}$. – середня швидкість руху скрепера по дорозі з кам'яним покриттям.

Приймаємо тривалість вивантаження $t_p=25\text{ с}$, час на повороти $t_{\text{пов.}}=25\text{ с}$. Тоді тривалість циклу:

$$t_{\text{ц}} = 58,12 + 240 + 25 + 25 = 2508,12 \approx 348,12 \text{ с.};$$

Тому продуктивність самохідного скрепера за зміну при значенні коефіцієнта впливу глибини виїмки $K_2=0,9$ і значенні коефіцієнта використання у часі

$$K_B=0,75: P_e = \frac{3600}{348,12} \cdot 8 \cdot 26 \cdot 0,82 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1\,190,6 \text{ м}^3;$$

Тривалість роботи скрепера при об'ємі ґрунту $V = 30\,557,5 \text{ м}^3$;

$$T = \frac{V}{\Pi} = \frac{30557,5}{1\,190,6} = 25,7 \approx 26 \text{ змін};$$

3.1. Варіант 2. Влаштування насипної ґрунтової греблі автосамоскидами, які транспортують ґрунт з кар'єру, який розроблений екскаваторами пряма лопата або драглайн.

Екскаватор зі зворотною лопатою ЕО-4321 місткість ковша $0,65 \text{ м}^3$

Найбільший радіус копання, $\text{м } R=7,26 \text{ м};$

Найбільша висота (глибина) копання, $\text{м } H= 8,8 \text{ м};$

Найбільша висота розвантаження, $\text{м } H_1= 4,1 \text{ м}.$

Визначаємо експлуатаційну продуктивність екскаватора за зміну, м^3 :

$$\Pi_e = \frac{3600}{t_{\text{ц}}} * c * q * K_1 * K_B;$$

де $C=8$ годин – тривалість зміни; $q=0,65\text{м}^3$ – місткість ковша; K_1 – коефіцієнт наповнення ковша щільним ґрунтом:

$$k_1 = \frac{k_H}{k_p} = \frac{0,9}{1,1} = 0,82;$$

$t_{\text{ц}}=16\text{с.}$, тривалість циклу; $K_B=0,64$ – коефіцієнт використання за часом.

$$\Pi_e = \frac{3600}{t_{\text{ц}}} * c * q * K_1 * K_B = \frac{3600}{16} * 8 * 0,65 * 0,82 * 0,64 = 614,02\text{м}^3;$$

Тривалість роботи екскаватора:

$$T = \frac{V}{\Pi} = \frac{30557,5}{614,02} = 49,8 \approx 50 \text{ зміни};$$

Для відвозу ґрунту приймаємо самоскид МАЗ- 503 вантажопідйомністю 7т . Місткість кузова самоскида в кубічних метрах ґрунту в щільному стані при середній щільності супіску $g=1,75 \text{ т/м}^3$:

$$P = \frac{7}{1,75} = 4 \text{ м}^3;$$

Кількість ковшів, завантажених в кузов самоскиду визначаємо за формулою:

$$M = \frac{P}{q * K_1} = \frac{4}{0,65 * 0,82} = 7,5 \approx 8.$$

Приймаємо $M=8$ ковшів.

Тривалість завантаження однієї машини:

$$t_n = \frac{M}{n_T * K_T} = \frac{8}{1,75 * 0,85} = 5,4 \text{ хв};$$

Кількість самоскидів:

$$N = \frac{t_{\text{ц}}}{t_n} = \frac{t_n + \frac{120 * Z}{v_c} + t_{p.m.}}{t_n} = \frac{5,4 + \frac{120 * 1}{28} + 1,9}{5,4} = 2,2 \approx 3 \text{ шт.}$$

де $t_{\text{ц}}$ – тривалість роботи самоскида за цикл, хв.; $z=1$ км – дальність перевезення ґрунту; $v_c = 28$ км/год. – середня швидкість руху самоскида, з довідника; $t_{p.m.}$ – тривалість розвантаження з маневруванням.

Приймаємо $N=3$ машини.

3. Техніко-економічне порівняння

Табл. №14			
Параметри порівняння	Одиниця виміру	Варіант 1(скрепер)	Варіант 2(екскаватор)
Експлуатаційна продуктивність	м ³	1 190,6	614,02
Тривалість роботи	зміни	26	50
Норми часу на 1 км переміщення машин		0,07	0,5
Розцінки на 1 км переміщення машин		0-08,5	0-53,0
Склад		Машинист 6 разр.- 1	Машинист 6 разр. - 1
Ціна		12 000 000	200 000

За техніко-економічними порівняннями обираємо варіант екскаватора зі зворотною лопатою EO-4321

4. Складання калькуляції трудових витрат

Табл. №15

Калькуляція трудових витрат

№ Пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обг рун ту ванн я за ЕНіР	Норма часу <u>Люд. – год</u> <u>маш. – год</u>	Трудомісткіс ть за нормою <u>Люд. – год.</u> <u>маш. – год.</u>	Склад ланки	
		Оди ниця вимі ру	Кіль кість один иць				Професі я/розряд /	К- ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Рихлення ґрунту у кар'єрі бульдозером ДП-17 на глибину 0,35 м за один прохід при довжині ділянки 100 м	100 м ³	305,6	Е §2- 1-1, табл. 2, п. 2 а	<u>0,15</u> 0,15	<u>0,15 * 305,6</u> <u>0,15 * 305,6</u> 45,84 = <u>45,84</u>	Машині ст 6 р.	1
2	Розробка ґрунту І групи (супісок) екскаватора зі зворотною лопатою ЕО-4321з ковшем місткістю 0,65 м ³ з навантаженням в транспорт	100 м ³	305,6	Е §2- 1-13, табл. 3, п. 2а	<u>2,4</u> 2,4	<u>733,44</u> 733,44	Машині ст 6 р.	8
3	Відвезення ґрунту самоскидами МАЗ-503 на відстань 1 км	100 м ³	305,6		<u>0,89</u> 0,89	<u>272</u> 272	Машині ст 6 р.	3
4	Розрівнювання ґрунту ІІ групи (супісок) бульдозером ДЗ-24А при	100	305,6	Е §2- 1-28,	<u>0,3</u> 0,3	<u>91,68</u> 91,68	Машині	1

	відсипанні насипу тіла греблі товщина шару 450 мм	м ³		п. 4			ст 6 р.	
5	Ущільнення насипу самохідним Пневматичним причіпним катокком масою 25 т dunaras CA302D товщина шару 0,35 м кількість проходів одним слідом 4	100 м ³	305,6	Е §2-1-29, табл. 4, п. 2 в, 4в	$\frac{0,24 + 0,03}{0,24 + 0,03} = \frac{0,3}{0,3}$	$\frac{91,68}{91,68}$	Машині ст 6 р.	1
6	Кінцеве планування поверхні бульдозером	1000 м ²	8,2	Е §2-1-36, п. 3б	$\frac{0,24}{0,24}$	$\frac{1,97}{1,97}$	Машині ст 6 р.	1
	Всього					964,61		

5. Складання таблиці технологічних розрахунків і побудова графіка виконання робіт

Табл.№16														
Технологічні розрахунки														
№	П	р	оц	ес	у	Об'єм робіт		Трудомісткість		Прийнятий склад ланок і бригади		Машини , марка, кількість	Трива -лість робіт, змін	Виконання норми, %
						Одиниц я вимі-рювання	Кіль кість один иць	за нормо ю	прийн ята	Проф есія /розря д/	К- ть			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				

1	Рихлення ґрунту у кар'єрі бульдозером ДП-17 на глибину 0,35 м за один прохід при довжині ділянки 100 м	100 м ³	305,6	$\frac{5,73}{5,73}$	$\frac{5}{5}$	Маши-ніст 6 р.	1	Бульдозер ДП-17(1 шт.)	5	114
2	Розробка ґрунту I групи (супісок) екскаватора зі зворотною лопатою ЕО-4321 з ковшем місткістю 0,65 м ³ з навантаженням в транспорт	100 м ³	305,6	$\frac{91,68}{91,68}$	$\frac{11 * 8}{11 * 8} = \frac{88}{88}$	Маши-ніст 6 р.	8	Екскаватор зі зворотною лопатою ЕО-4321(8 шт.)	91,68/8=11,46 Прийнято 11	104
3	Відвезення ґрунту самоскидами МАЗ- 503 на відстань 1 км	100 м ³	305,6	$\frac{34}{34}$	$\frac{11 * 3}{11 * 3} = \frac{33}{33}$	Маши-ніст 6 р.	3	МАЗ-503(3 шт)	$\frac{34/3}{34/3} = \frac{11,3}{11,3}$ Прийм. 11	103
4	Розрівнювання ґрунту II групи (супісок) бульдозером ДЗ-24А при відсіпанні насипу тіла греблі товщина шару 450 мм	100 м ³	305,6	$\frac{11,46}{11,46}$	$\frac{11}{11}$	Маши-ніст 6 р.	1	Бульдозер ДП-17(1 шт.)	11	104
5	Ущільнення насипу самохідним Пневматичним причіпним катком масою 25	100 м ³	305,6	$\frac{11,46}{11,46}$	$\frac{11}{11}$	Маши-ніст 6 р.	1	Каток масою 25 т ДЗ-	11	104

	т дунарас СА302D товщина шару 0,35 м кількість проходів одним слідом 4							39А(1 шт.)		
6	Кінцеве планування поверхні бульдозером	1000 м ²	8,2	$\frac{0,25}{0,25}$	$\frac{0,25}{0,25}$	Маши-ніст 6 р.	1	Експава тор (1 шт.)	0,25	100
	Всього			$\frac{154,58}{154,58}$	$\frac{148,25}{148,24}$					

Табл.№17

Графік виконання робіт

№ п/ п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Прийнята трудомісткість, машиномісткість		кількість машин	Кількість змін на д.	Тривалість робіт, змін	Робочі зміни														
				люди-зм	маши-зм.				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														

6. Визначення техніко-економічних показників

Вихідними даними для визначення техніко-економічних показників є таблиця технологічних розрахунків і графік виконання робіт.

Табл.№18			
Техніко-економічні показники			
№ пор.	Назва показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
1	Загальний об'єм земляних робіт	м ³	30 557,5
2	Прийнята тривалість робіт змін	змін	11
3	Нормативна трудомісткість робіт	люд.-змін	154,58
4	Прийнята трудомісткість робіт	люд.-змін	148,25
5	Нормативна машиномісткість робіт	маш.-змін	154,58
6	Прийнята машиномісткість робіт	маш.-змін	148,25
7	Трудомісткість улаштування 1 м ³ ґрунту у тіло греблі	люд.-годин	0,04

7. Визначення потреби в матеріально-технічних ресурсах

Табл.№19				
Потреби в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі та пристроях				
№ Пор.	Машини, устаткування, інструменти, інвентар та пристрої	Марка	Од. виміру	Кількість

1	Екскаватор	ЕО-4321	шт.	8
2	Автосамоскид	МАЗ- 503	шт.	3
3	Бульдозер	ДП-17	шт.	1
4	Вібраційний коток	dynaras CA302D	шт.	1
5	Теодоліт, невелір	Оптичний стандартний з триногою	комплект	1
6	Рулетка.	РЗ-30 м	шт.	1
7	Метр окладний дерев'яний	МОД	шт.	1
8	Лом	ЛМ-20, ЛМ-40	шт.	1
9	Лопата	Л	шт.	2
10	Сокира	А-2	шт.	2
11	Пила	-	шт.	1
12	Інвентарна метал. драбина	З огороженням	шт.	3
13	Переносна вежа освітлення у котловані	Інвентарна металева з трансформатором і двома прожекторами	шт.	5

Табл.№20				
Потреба в буд. конструкціях, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і устаткуванні				
№ Пор.	Конструкції, деталі, напівфабрикати, матеріали і устаткування	Марка	Од. виміру	Кількість

1	Супісок	-	м ³	30 557,5
2	Насіння трав	-	гр	15000
3	Бруски 75мм	IV сорт	м ³	1,13
4	Дошки 25мм	IV сорт	м ³	2,1
5	Дошка 40мм	IV сорт	м ³	1,4
6	Гвіздки	-	кг	5,0
7	Рослинний шар	-	м ³	15000

8. Операційний контроль якості робіт

План операційного контролю якості розробляють згідно з положеннями ДБН А.3.1-5-20016 «Організація будівельного виробництва» у вигляді таблиці, в якій поділяють підконтрольні операції між майстром і виконавцем, наводять склад операцій, способи контролю, терміни і, за необхідності, залучені служби

Табл.№20					
Схема операційного контролю якості робіт					
Операції які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконавце м	майстром	склад	спосіб	строки	Залучені служби
Розбивка вісей і контурів греблі і підсіпок під'їздів	Влаштування підсіпок для доріг	Точність виносу розбивки	Теодоліт, невелір, рулетка	До початку будівництва	Геодезисти
	Зняття ґрунту в основі греблі. водовідлив	Послідовність розробки ґрунтів	Теж саме	До початку будівництва	лабораторія

	Будівництво греблі	Товщину шарів відсіпання, геометричні розміри, висотні відмітки, якість ущільнення, кути закладання укосів	Теж саме	В процес будівництва греблі	Геодезична служба лабораторія
	Планувальні роботи	Проектні відмітки	Нівелір	Після будівництва греблі	Геодезична служба, лабораторія

9. Вказівки до виконання робіт

Для транспортування ґрунту максимально використовуються існуючі дороги.

В нашому проекті використання лише постійних доріг не можливо, тому будемовикористовувати землевозні дороги з двобічним рухом.

1. Рихлимо ґрунт в кар'єрі на глибину 0,35м бульдозером ДП-17 з причіпни рихлителем.
2. Для набору і транспортування ґрунту в тіло греблі використовуємо вісім екскаваторів зі зворотною лопатою ЕО-4321 з ковшем місткістю 0,65 м³ з навантаженням в транспорт. Транспортується на відстань 1 км, трьома автосамоскидами МАЗ-503. Автосамоскиди завантажуються послідовно один за одним.
3. Розрівнювання ґрунту в тілі греблі здійснюється поздовжніми круговими проходками бульдозерів ДЗ-24А. Для цього розбиваємо греблю на ділянки. Розрівнювання на кожній ділянці ведеться від бровок до середини насипу.
4. Ущільнення проводимо шарами від країв земляної споруди до її середини, у 4

проходів. Кожна наступна смуга ущільнення перекриває на 0,35м попередню ущільнену смугу. Від краю насипу котки проходять не ближче 0,5 м. Грунт на неущільненій зоні, вздовж укосу, зрізується і направляється в насип. Для ущільнення ґрунту І групи, використовуємо один котк duparac CA302D.

5. Зачищення і планування відкосів земляного насипу робимо після закінчення відсипання греблі. Їх планування виконують за дві проходки. Першою планують верхню частину укосу. При цьому бульдозер переміщується уздовж бровки насипу. Потім бульдозер проходкою в протилежному напрямку планує нижню частину укосу. Відстань між вісями проходок 20...30 см.

10.Інженерні заходи з охорони праці

Вони повинні містити комплекс організаційно-технічних заходів та інженерних рішень, які забезпечують виконання правил охорони праці ДБН А.3.2-2-2009 на будівельному майданчику.

Загальні вимоги

10.1.1 Під час виконання земляних та інших робіт у котлованах, траншеях необхідно вжити заходів із запобігання впливу на працівників таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- обвалення гірських порід (ґрунтів);
- падіння шматків породи;
- машини та їх робочі органи, що рухаються, предмети, що ними переміщуються;
- підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- патогенні мікроорганізми.

10.2.22 Розробка траншей із вертикальними стінками без кріплення роторними і траншейними екскаваторами у в'язких ґрунтах (суглинках і глинах) допускається на глибину не більше ніж 3,0 м. У місцях, де необхідне перебування працівників у такій траншеї, її стінки повинні бути укріплені або траншея повинна розроблятися з улаштуванням укосів.

10.3.4 У разі розробки виїмок одноківшевим екскаватором висоту вибою необхідно визначати у ПВР з таким розрахунком, щоб не утворювалися «козирки» з ґрунту.

10.3.5 Під час роботи екскаватора не дозволяється виконувати інші роботи з боку вибою і перебувати працівникам у радіусі дії екскаватора плюс 5,0 м.

Список літератури

1. Хільчевський В.К. Загальна гідрологія: Підручник / В.К. Хільчевський, О.Г. Ободовський, В.В. Гребінь та ін. / за ред. В.К. Хільчевського та О.Г. Ободовського — К.: Київський університет, 2008. — 399 с. – Режим доступу:<https://www.twirpx.com>
2. Дупляк О.В. Гідрологія і гідрометрія. Курс лекцій. – К.: КНУБА, 2005. – 124 с.
3. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1985. – 36 с.
4. ДБН В.2.4-3:2010. Гідротехнічні споруди. Основні положення. К.: Мінрегіонбуд України, 2010.
5. Дупляк О.В. Гідротехнічні споруди: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2008. – 156 с.
6. ДСТУ-НБ EN 1991-1-1:2010.Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-1. Загальні дії. Питома вага, власна вага, експлуатаційні навантаження для споруд (EN 1991-1-1:2002, IDT).
7. ДСТУ-НБ EN 1992-1-1:2010.Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT).
8. Гідротехнічні водозабірні споруди: навч. посіб.: / С.В. Величко, О.В. Дупляк А.М. Рокочинський, Л.Р. Волк – Київ: КНУБА, 2022. – 256 с.
9. Видання. Гідротехнічні споруди. Основні положення. ДБН В.2.4-3:2010 – [Чинний від 2011-01-01] К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 28с. (національний стандарт України).
10. ДБН В.1.1-25-2009. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. К.: Мінрегіонбуд України, 2010 – 52
11. ДБН В.1.1-46:2017 Інженерний захист території від зсувів та обвалів. К: Мінрегіонбуд України, 2017 – 43
12. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.

13. Кравчук А.М., Кравчук О.Я. Водопостачання і водовідведення: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 180 с.
14. Тугай А.М. Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735с.
15. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навч. посібник. – Київ: КНУБА, 2001.– 256 с.
16. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие.М., Стройиздат, 1984. –116 с.
17. Шевченко Т.О., Ярошенко Ю.В., Яковенко М.М., Беляєва М.М. Насосні та повітродувні станції: Навч. посібник. – Харків: ХНУМГ, 2014. – 191 с.
18. КАТАЛОГ GRUNDFOS, LS Горизонтальные насосы двустороннего входа Расход до 3000 м³/ч, 50 Гц. – 51 с.– Режим доступу:
<https://www.grundfos.com/by/support/documentation/catalogs>
19. Технологія будівельного виробництва: методичні вказівки до виконання курсової роботи / уклад.: І.М. Уманець, В.В. Чепурний. – К.: КНУБА, 2018. – 28 с.
20. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно строительные работы: Сборник Е2. Земляные работы– М.: Стройиздат, 1987. –133 с.
21. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2016. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 34 с.
22. Охорона праці та промислова безпека у будівництві: ДБН А.3.2.- 2-2009. – [Чинний від 2013-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 94 с.