

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра водопостачання та водовідведення

“ Допустити до захисту в ЕК”

Завідувач кафедри

Віктор ХОРУЖИЙ

«__» грудня 2025 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Водопостачання міста з технологією оборотного водопостачання
пром підприємства

Виконав студент групи ВВм-24

Смичок Артем Михайлович

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Водопостачання та водовідведення»

Керівник: Аргатенко Т. В.,

канд. техн. наук, доцент

Рецензент: _____

(прізвище, ініціали.)

_____ *науковий ступінь, вчене звання*

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра водопостачання та водовідведення

Освітній ступінь: магістр

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Водопостачання та водовідведення»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Віктор Хоружий
„___” _____ 2025 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Смичок Артем Михайлович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи Водопостачання міста з технологією оборотного водопостачання промпідприємства

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від « _____ » _____ 2025 року

2. Керівник роботи к.т.н., доцент Аргатенко Тетяна Вікторівна

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

4. Вихідні дані та зміст роботи за розділами:

Інженерна частина

Населений пункт: кількість населення I район – 12000 осіб; II район – 10000 осіб

промідприємства: №1 Молочний завод; №2 Сироварний завод; №3 Хлібозавод

Визначення водоспоживання населеного пункту.

Водопровідна мережа.

Водозабірні споруди.

Водопровідні очисні споруди.

Спеціальна частина

Проектування системи оборотного водопостачання промислового підприємства: визначення водоспоживання підприємства на виробничі та господарсько-побутові потреби; розрахунок системи очищення та повторного використання оборотної води; вибір обладнання та технологічної схеми очищення з урахуванням специфіки виробництва; інтеграція оборотної води в загальноміську систему водопостачання.

Додаткові дані

Розділ “Монтаж трубопроводів”: вимоги до техніки монтажу, способи прокладки труб.

Розділ “Експлуатація очисних споруд”: режими роботи, технічне обслуговування.

Розділ “Охорона навколишнього середовища”: заходи щодо зниження впливу на річку та ґрунти.

Розділ “Охорона праці”: вимоги до безпечної експлуатації насосних станцій і споруд.

Розділ “Автоматизація”: вибір систем управління та контролю параметрів водопостачання.

1. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розроблено систему водопостачання для міста з населенням 22 тис. осіб.	
Запроектовано водопровідну мережу, використано чавунні труби діаметром від 150 до 300мм.	
Розроблено технологічну схему водозабірних споруд.	
Наведено розрахунки та принципову схему очисних споруд для міста, а також методи очищення води.	
Запроектовано систему водопостачання та водовідведення.	
Запроектовано аксонометричні схеми водопостачання та водовідведення.	
Надані схеми підключення приладів.	
Порахована специфікація	
Розроблено метод монтажу трубопроводів	
Розроблена інструкція по експлуатації та техніці безпеки експлуатації очисних споруд	
Розроблено техніку безпеки Охорони праці	
Наведено можливі загрози для довкілля та методи боротьби з ними	
Перевірка на плагіат	
Попередній захист або розгляд роботи на кафедрі	
Рецензування	

2. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис

3. Дата видачі завдання _____

Керівник

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Здобувач

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (summary) до кваліфікаційної роботи здобувача:		Смичок Артем Михайлович Smychok Artem Mikhailovich	
Назва ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Водопостачання міста з технологією оборотного водопостачання промислового підприємства City water supply with recycled water supply technology for an industrial enterprise		
Освітній ступінь	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання		
Факультет	Інженерних систем та екології		
Кафедра	Водопостачання та водовідведення		
Спеціальність	192 «Будівництво та цивільна інженерія»		
Освітня програма	«Водопостачання та водовідведення»		
Керівник	Аргатенко Тетяна Вікторівна		
Обсяг роботи:	Пояснювальна записка, стор.	Розділів:	Креслень формату А1
	138	8	10
Розділ 1 (Водоспоживання міста)	Розроблено водопостачання міста поділено на два: райони І район 12000 осіб та ІІ район 10000 осіб. На території міста діють кілька підприємств: Молочний завод, Сироварний завод на Хлібозавод		
Розділ 2(Очисні споруди)	Прийнято двоступеневу схему очищення води на горизонтальних відстійниках і швидких фільтрах, прийнято два вихрові змішувачі		
Розділ 3(ВВ промислового підприємства)	Виконано розрахунок усереднювача, прийнято 1 усереднювач об'ємом 11м ³ , Прийнято 2 вертикальні фільтри та прес-фільтр ФПАКМ		
Розділ 4(Монтаж трубопроводів)	Прийнято шовну трубу з гумовими кільцями діаметром 300мм довжиною 6000мм, товщина стінки 6мм		
Розділ 5(Експлуатація очисних споруд)	Затверджено техніку безпеки експлуатації очисних споруд		
Розділ 6(Охорона навколишнього середовища)	У проєктованій системі запроваджуються заходи, спрямовані на мінімізацію водоспоживання. Оборотний цикл дозволяє повертати у виробництво до дев'яноста восьми відсотків технологічної води, що значно зменшує потребу у воді з природних джерел та знижує навантаження на міські водозабори		

Розділ 7(Охорона праці)	Проведений аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при монтажі та випробування інженерного обладнання.
Розділ 8(Автоматизація споруд ВВ)	Основною метою автоматизації є підвищення рівня керованості та безпеки технологічних процесів, забезпечення безперервності водопостачання, стабільної циркуляції оборотної води та скорочення участі людини у рутинних операціях
Висновки по роботі: Conclusions:	Водопостачання міста поділено на два: райони І район 12000 осіб та ІІ район 10000 осіб, три промислових підприємства. Виконано розрахунок усереднювача. Прийнято 2 вертикальні фільтри та прес-фільтр ФПАКМ. Техніка безпеки експлуатації очисних споруд, охорона навколишнього середовища
Ключові слова: Водопостачання, насосна станція, експлуатація, споруди Keywords: Water supply, pumping station, operation, structures	

Здобувач: Смичок А.М. /

Керівник: Аргатенко Т.В. /

“ ___ ” _____ 2025

Зміст

Вступ.....	3
1. Водопостачання міста.....	4
1.1. Визначення водоспоживання міста.....	36
1.2. Проектування водопровідних мереж.....	19
1.3. Проектування водозабірних споруд.....	39
1.4. Споруди водопідготовки.....	47
1.5. Насосна станція I п'ядому.....	49
2. Водопостачання та водовідведення промислового підприємства.....	64
3. Монтаж трубопроводів.....	88
4. Експлуатація очисних споруд.....	146
5. Охорона навколишнього середовища.....	149
6. Охорона праці.....	152
7. Автоматизація споруд водопостачання та водовідведення.....	155
Список використаної літератури.....	

Вступ

Система водопостачання є однією з ключових інженерних інфраструктур, що забезпечує стабільне функціонування населених пунктів та промислових підприємств. Сучасні тенденції розвитку міст вимагають підвищення ефективності використання водних ресурсів, зменшення втрат води та зниження техногенного навантаження на довкілля. Особливої актуальності це набуває в умовах обмежених запасів прісної води в Україні та необхідності забезпечення сталого розвитку урбанізованих територій.

Промислові підприємства є значними споживачами води, тому впровадження технологій оборотного і повторного водопостачання дозволяє суттєво скоротити забір води з природних джерел і зменшити обсяг скидів у міські системи водовідведення. Використання оборотних систем водопостачання сприяє зниженню експлуатаційних витрат, підвищенню ефективності використання водних ресурсів та покращенню екологічних показників діяльності промислових об'єктів. У сучасній практиці водопостачання значного поширення набувають технології очищення та доочищення промислових стічних вод, що дозволяють використовувати їх повторно у виробничих циклах. Такий підхід відповідає європейським екологічним стандартам, концепції циркулярної економіки та є одним із ключових напрямів модернізації систем водопостачання в Україні.

Метою даної роботи є проектування системи водопостачання міста з інтеграцією технології оборотного водопостачання промислового підприємства для забезпечення раціонального розподілу водних ресурсів, підвищення енергоефективності та екологічної безпеки. У межах роботи виконано аналіз існуючого стану міського водопостачання та водовідведення, визначено потреби населення та промислового підприємства у воді, обґрунтовано вибір технології оборотного водопостачання, проведено розрахунок системи виробничого та господарсько-питного водопостачання, спроектовано споруди очищення оборотної води, розроблено схеми подачі, транспортування та автоматизації елементів

системи, а також виконано оцінку екологічної, економічної та енергетичної ефективності запропонованих рішень.

Об'єктом дослідження є система водопостачання міста, а предметом — інженерні рішення та технологічні процеси, що забезпечують функціонування системи оборотного водопостачання промислового підприємства в її складі. Отримані результати можуть бути використані при модернізації існуючих та проектуванні нових систем водопостачання, а також при впровадженні ресурсозберігаючих технологій на промислових підприємствах

Водопостачання міста

Консультант_____

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ДОБОВИХ ВИТРАТ ВОДИ

Табл.1 Водоспоживання населенням міста

Кількість жителів	q, л/доб	Qдоб, м ³ /доб	Kдоб.max	Q max, м ³ /доб
12000	270	3240	1,2	3888
10000	200	2000	1,2	2400

1 район

$$Q_{доб} = \frac{q \cdot N}{1000} = \frac{1200 \cdot 270}{1000} = 3240 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$Q_{доб} = K_{доб.max} \cdot Q_{доб} = 3240 \cdot 1,2 = 3888 \text{ м}^3/\text{доб}$$

2 район

$$Q_{доб} = \frac{q \cdot N}{1000} = \frac{1000 \cdot 200}{1000} = 2000 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$Q_{доб} = K_{доб.max} \cdot Q_{доб} = 2000 \cdot 1,2 = 2400 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Табл.2 Водоспоживання на виробничі потреби підприємств міста:

Підприємство	Номер зміни	Од. Прод.	Витрати води на од. прод.	Кількість продукції за зміну, од.	Добовий об'єм водоспоживання, м ³
1. Молочний завод	1	т	8	100	800
2. Сироварний завод	1	т	30	50	1500
	2			30	900
3. Хлібозавод	1	т	3,1	250	775
	2			200	620
	3			200	620

Табл.3 Господарсько-питне водоспоживання робітників підприємств:

Підприємство	Номер зміни	Цехи з підвищеним тепловиділенням			Звичайні цехи			Прийом душу			Заг. Об'єм водоспоживання, м ³ /доб
		Кільк-ть Робітн-в	Норма водоп., л	Витр. Води, л/доб	Кільк-ть Робітн-в	Норма водоп.	Витр. Води, л/доб	Кільк-ть душів	Норма	Витр. Води, м ³ /доб	
1. Молочний завод	1	0			65	25	1,625	5	37,5	4,1	5,8

2. Сироварни й завод	1	30	45	1,35	60	25	1,5	6	37	4,5	7,4
	2	20		0,9	40		1		5	3,0	4,9
3. Хлібозавод	1	63	45	2,835	27	25	0,675	10	37	2,4	5,9
	2	49		2,205	21		5		1,8	4,6	
	3	49		2,205	21		5		1,8	4,6	

Табл.4 Витрати води на поливання вулиць та зелених насаджень:

Кількість жителів	Вулиць		Зелених насаджень	
	қпит	Об'єм, Q, м ³ /доб	қпит	Об'єм, Q, м ³ /доб
1500	5	75	50	750

Табл.5 Баланс добового водоспоживання:

№	Споживач	Витрати води	
		Сер.доб.	За добу max водоспоживання
1)	Населення 1 району	3240	3888
	Невраховані витрати місцевої промисловості	324	388,8
	Всього:	3564	4276,8
2)	Населення 2 району	2000	2400
	Невраховані витрати місцевої промисловості	200	240
	Всього:	2200	2640
3)	Поливання вулиць і площ	110	110
	Поливання зелених насаджень	1100	1100
	Всього:	1210	1210
4)	1. Молочний завод	805,8	805,8
	2. Сироварний завод	2412,3	2412,3
	3. Хлібозавод	2030	2030
	Всього:	5248,1	5248,1
5)	Всього:	12222,0	12274,8

Визначення погодинних витрат:

1 район

$$K_{z,max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max} = 1,3 \cdot 1,28 = 1,66 \approx 1,7$$

$$Q_{z,max} = K_{z,max} \frac{Q_{доб,max}}{24} = 1,7 \frac{4276}{24} = 302,9 \text{ м}^3/\text{доб}$$

2 район

$$K_{z,max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max} = 1,3 \cdot 1,3 = 1,69 \approx 1,7$$

$$Q_{z,max} = K_{z,max} \frac{Q_{доб,max}}{24} = 1,7 \frac{2640}{24} = 187 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Години доби	Населення міста		Пром. Підприємства			Поливання вулиць і зелених насаджень	Сумарна погодинна витрата води, м ³ /год
	%, від витрати	Витрати	Молочний завод	Сироварний завод	Хлібозавод		
0-1	1	69,2		3,0	79,7		151,8
1-2	1	69,2			77,8		147,0
2-3	1	69,2			77,8		147,0
3-4	1	69,2			77,8		147,0
4-5	2	138,3			77,8	151,3	367,4
5-6	3	207,5			77,8	151,3	436,6
6-7	5	345,8			77,8	151,3	574,9
7-8	6,5	449,6			77,8		527,4
8-9	6,5	449,6	100,2	187,9	99,2		836,8
9-10	5,5	380,4	100,2	187,9	97,3		765,8
10-11	4,5	311,3	100,2	187,9	97,3		696,6
11-12	5,5	380,4	100,2	187,9	97,3		765,8
12-13	7	484,2	100,2	187,9	97,3		869,5
13-14	7	484,2	100,2	187,9	97,3		869,5
14-15	5	345,8	100,2	187,9	97,3		731,2
15-16	4,5	311,3	100,2	187,9	97,3		696,6
16-17	5,5	380,4	4,1	117,2	80,2		582,0
17-18	6,5	449,6		112,7	77,8		640,2
18-19	6,5	449,6		112,7	77,8		640,2
19-20	5	345,8		112,7	77,8	151,3	687,7
20-21	4,5	311,3		112,7	77,8	151,3	653,1
21-22	3	207,5		112,7	77,8	151,3	549,3
22-23	2	138,3		112,7	77,8	151,3	480,2
23-24	1	69,2		112,7	77,8	151,3	411,0
Сума:	100	6916,8	805,8	2412,3	2030,0	1210,0	13374,8

графік погодинного водоспоживання

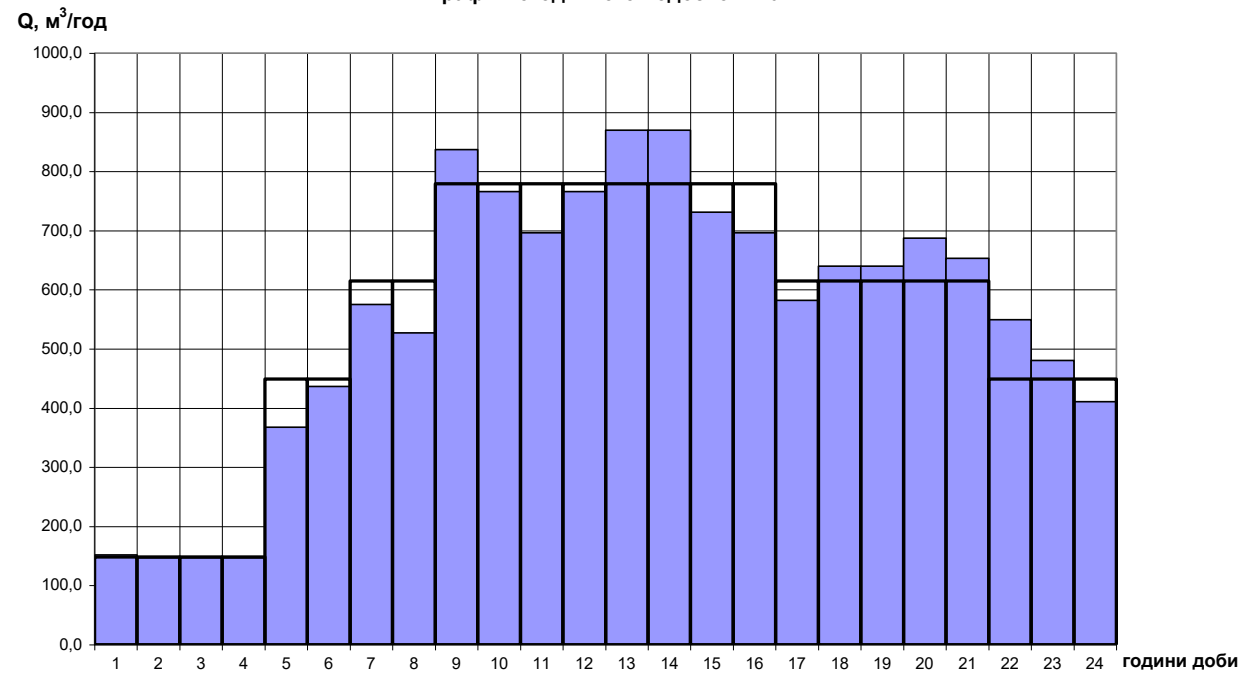


Табл. 7 Визначення місткості регулюючих споруд

Години доби	Подача води НСІ	Подача води НСП	Надходження води в РЧВ	Витрата води з РЧВ	Залишок води в РЧВ
0-1	557,3	151,8	405,4		405,4
1-2	557,3	147,0	410,3		815,7
2-3	557,3	147,0	410,3		1226,0
3-4	557,3	147,0	410,3		1636,3
4-5	557,3	367,4	189,9		1826,1
5-6	557,3	436,6	120,7		1946,8
6-7	557,3	574,9		17,6	1929,2
7-8	557,3	527,4	29,9		1959,0
8-9	557,3	836,8		279,5	1679,5
9-10	557,3	765,8		208,5	1471,0
10-11	557,3	696,6		139,3	1331,6
11-12	557,3	765,8		208,5	1123,1
12-13	557,3	869,5		312,3	810,9
13-14	557,3	869,5		312,3	498,6
14-15	557,3	731,2		173,9	324,7
15-16	557,3	696,6		139,3	185,3
16-17	557,3	582,0		24,7	160,6
17-18	557,3	640,2		82,9	77,7
18-19	557,3	640,2		82,9	-5,2
19-20	557,3	687,7		130,4	-135,6
20-21	557,3	653,1		95,8	-231,4
21-22	557,3	549,3	8,0		-223,4
22-23	557,3	480,2	77,1		-146,3
23-24	557,3	411,0	146,3		0,0
Сума:	13374,8	13374,8			

Визначення об'ємів РЧВ:

$$W_{\text{регул}} = 1959 + 231,4 = 2190,4$$

$$W_{\text{пож}} = 2 * 15 * 2 * 3,6 = 216$$

$$W_{\text{махгосп}} = 765,8 + 869,5 + 869,5 = 2575,8$$

$$W_{\text{вл потр}} = 0,06 * 13374,8 = 802,5$$

$$W_{ав нс1} = 3 * 557,3 = 1671,9$$

Т.ч. об'єм РЧВ становить 7456,6 м³, приймаємо 3 по 2,5 тис. м³.

ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ

Одиниці	Розрах. Режим	Водоспоживання	Подача НС II
м ³ /Год	Година	869,5	869,5
л/с	максимального водоспоживання	241,5	241,5
м ³ /Год	Година	977,5	977,5
л/с	максимального водоспоживання з пожежегасінням	271,5	271,5
м ³ /Год	Година	147,0	147,0
л/с	мінімального водоспоживання	40,8	40,8

1 район

$$\begin{aligned}
 L_{1-2} &= 940 \text{ м} & L_{2-3} &= 940 \text{ м} & L_{3-4} &= 940 \text{ м} \\
 L_{4-16} &= 287,5 \text{ м} & L_{16-10} &= 315 \text{ м} & L_{10-11} &= 1095 \text{ м} \\
 L_{11-12} &= 1185 \text{ м} & L_{12-13} &= 1350 \text{ м} & L_{13-14} &= 1210 \text{ м} \\
 L_{14-15} &= 775 \text{ м} & L_{15-1} &= 775 \text{ м} \\
 \Sigma L &= 9812,5 \text{ м}
 \end{aligned}$$

Питома витрата води:

$$q_{пит.макс} = \frac{q_{нас.} + q_{вул.} + q_{зел.}}{\Sigma L} = \frac{83,2}{9812,5} = 0,008$$

$$q_{пит.мін} = \frac{q_{нас.} + q_{вул.} + q_{зел.}}{\Sigma L} = \frac{11,9}{9812,5} = 0,0012$$

2 район

$$\begin{aligned}
 L_{4-5} &= 1180 \text{ м} & L_{5-6} &= 1110 \text{ м} & L_{6-7} &= 915 \text{ м} \\
 L_{7-8} &= 1020 \text{ м} & L_{8-9} &= 1075 \text{ м} & L_{9-10} &= 1280 \text{ м} \\
 L_{10-16} &= 315 \text{ м} & L_{16-4} &= 287,5 \text{ м} & L_{16-17} &= 885 \text{ м}
 \end{aligned}$$

$$L_{17-8} = 850 \text{ м}$$

$$\Sigma L = 8917,5 \text{ м}$$

Питома витрата води:

$$q_{\text{пит.макс}} = \frac{q_{\text{нас.}} + q_{\text{вул.}} + q_{\text{зел.}}}{\Sigma L} = \frac{51,3}{8917,5} = 0,0058$$

$$q_{\text{пит.мін}} = \frac{q_{\text{нас.}} + q_{\text{вул.}} + q_{\text{зел.}}}{\Sigma L} = \frac{7,3}{8917,5} = 0,0008$$

Подорожні витрати (максимальна година):

1 район

$$q_{1-2} = 940 \cdot 0,008 = 7,97 \text{ л/с}$$

$$q_{2-3} = 940 \cdot 0,008 = 7,97 \text{ л/с}$$

$$q_{3-4} = 940 \cdot 0,008 = 7,97 \text{ л/с}$$

$$q_{4-16} = 287,5 \cdot 0,008 = 2,44 \text{ л/с}$$

$$q_{16-10} = 315 \cdot 0,008 = 2,67 \text{ л/с}$$

$$q_{10-11} = 1095 \cdot 0,008 = 9,28 \text{ л/с}$$

$$q_{11-12} = 1185 \cdot 0,008 = 10,04 \text{ л/с}$$

$$q_{12-13} = 1350 \cdot 0,008 = 11,44 \text{ л/с}$$

$$q_{13-14} = 1210 \cdot 0,008 = 10,26 \text{ л/с}$$

$$q_{14-15} = 775 \cdot 0,008 = 6,57 \text{ л/с}$$

$$q_{15-1} = 775 \cdot 0,008 = 6,57 \text{ л/с}$$

2 район

$$q_{4-5} = 1180 \cdot 0,0058 = 6,79 \text{ л/с}$$

$$q_{5-6} = 1110 \cdot 0,0058 = 6,39 \text{ л/с}$$

$$q_{6-7} = 915 \cdot 0,0058 = 5,27 \text{ л/с}$$

$$q_{7-8} = 1020 \cdot 0,0058 = 5,87 \text{ л/с}$$

$$q_{8-9} = 1075 \cdot 0,0058 = 6,19 \text{ л/с}$$

$$q_{9-10} = 1280 \cdot 0,0058 = 7,37 \text{ л/с}$$

$$q_{10-16} = 315 \cdot 0,0058 = 1,81 \text{ л/с}$$

$$q_{16-4} = 287,5 \cdot 0,0058 = 5,09 \text{ л/с}$$

$$q_{16-17} = 885 \cdot 0,0058 = 5,09 \text{ л/с}$$

$$q_{17-8} = 850 \cdot 0,0058 = 4,89 \text{ л/с}$$

Вузлові витрати:

$$q_1 = (7,97+6,57) \cdot 0,5 = 7,3 \text{ л/с}$$

$$q_2 = (7,97+7,97) \cdot 0,5 = 8 \text{ л/с}$$

$$q_3 = (7,97+7,97) \cdot 0,5 = 8 \text{ л/с}$$

$$q_4 = (7,97+2,44+6,79+1,66) \cdot 0,5 = 9,4 \text{ л/с}$$

$$q_5 = (6,79+6,39) \cdot 0,5 = 6,6 \text{ л/с}$$

$$q_6 = (6,39+5,27) \cdot 0,5 = 5,8 \text{ л/с}$$

$$q_7 = (5,27+5,87) \cdot 0,5 = 5,6 \text{ л/с}$$

$$q_8 = (5,87+6,19+4,89) \cdot 0,5 = 8,5 \text{ л/с}$$

$$q_9 = (6,19+7,37) \cdot 0,5 = 6,8 \text{ л/с}$$

$$q_{10} = (2,67+9,28+7,37+1,81) \cdot 0,5 = 10,6 \text{ л/с}$$

$$q_{11} = (9,28+10,04) \cdot 0,5 = 9,7 \text{ л/с}$$

$$q_{12} = (10,04+11,44) \cdot 0,5 = 10,7 \text{ л/с}$$

$$q_{13} = (11,44+10,26) \cdot 0,5 = 10,8 \text{ л/с}$$

$$q_{14} = (10,26+6,57) \cdot 0,5 = 8,4 \text{ л/с}$$

$$q_{15} = (6,57+6,57) \cdot 0,5 = 6,6 \text{ л/с}$$

$$q_{16} = (2,44+2,67+1,81+1,66+5,09) \cdot 0,5 = 6,8 \text{ л/с}$$

$$q_{17} = (4,89+5,09) \cdot 0,5 = 5 \text{ л/с}$$

$$\Sigma q_{\text{вуз}} = 134,5 \text{ л/с}$$

Подорожні витрати (мінімальна година):

1 район

$$q_{1-2} = 940 \cdot 0,0012 = 1,14 \text{ л/с}$$

$$q_{3-4} = 940 \cdot 0,0012 = 1,14 \text{ л/с}$$

$$q_{16-10} = 315 \cdot 0,0012 = 0,38 \text{ л/с}$$

$$q_{11-12} = 1185 \cdot 0,0012 = 1,44 \text{ л/с}$$

$$q_{13-14} = 1210 \cdot 0,0012 = 1,47 \text{ л/с}$$

$$q_{15-1} = 775 \cdot 0,0012 = 0,94 \text{ л/с}$$

$$q_{2-3} = 940 \cdot 0,0012 = 1,14 \text{ л/с}$$

$$q_{4-16} = 287,5 \cdot 0,0012 = 0,35 \text{ л/с}$$

$$q_{10-11} = 1095 \cdot 0,0012 = 1,33 \text{ л/с}$$

$$q_{12-13} = 1350 \cdot 0,0012 = 1,63 \text{ л/с}$$

$$q_{14-15} = 775 \cdot 0,0012 = 0,94 \text{ л/с}$$

2 район

$$q_{4-5} = 1180 \cdot 0,0008 = 0,97 \text{ л/с}$$

$$q_{6-7} = 915 \cdot 0,0008 = 0,75 \text{ л/с}$$

$$q_{8-9} = 1075 \cdot 0,0008 = 0,88 \text{ л/с}$$

$$q_{10-16} = 315 \cdot 0,0008 = 0,26 \text{ л/с}$$

$$q_{16-17} = 885 \cdot 0,0008 = 0,73 \text{ л/с}$$

$$q_{5-6} = 1110 \cdot 0,0008 = 0,91 \text{ л/с}$$

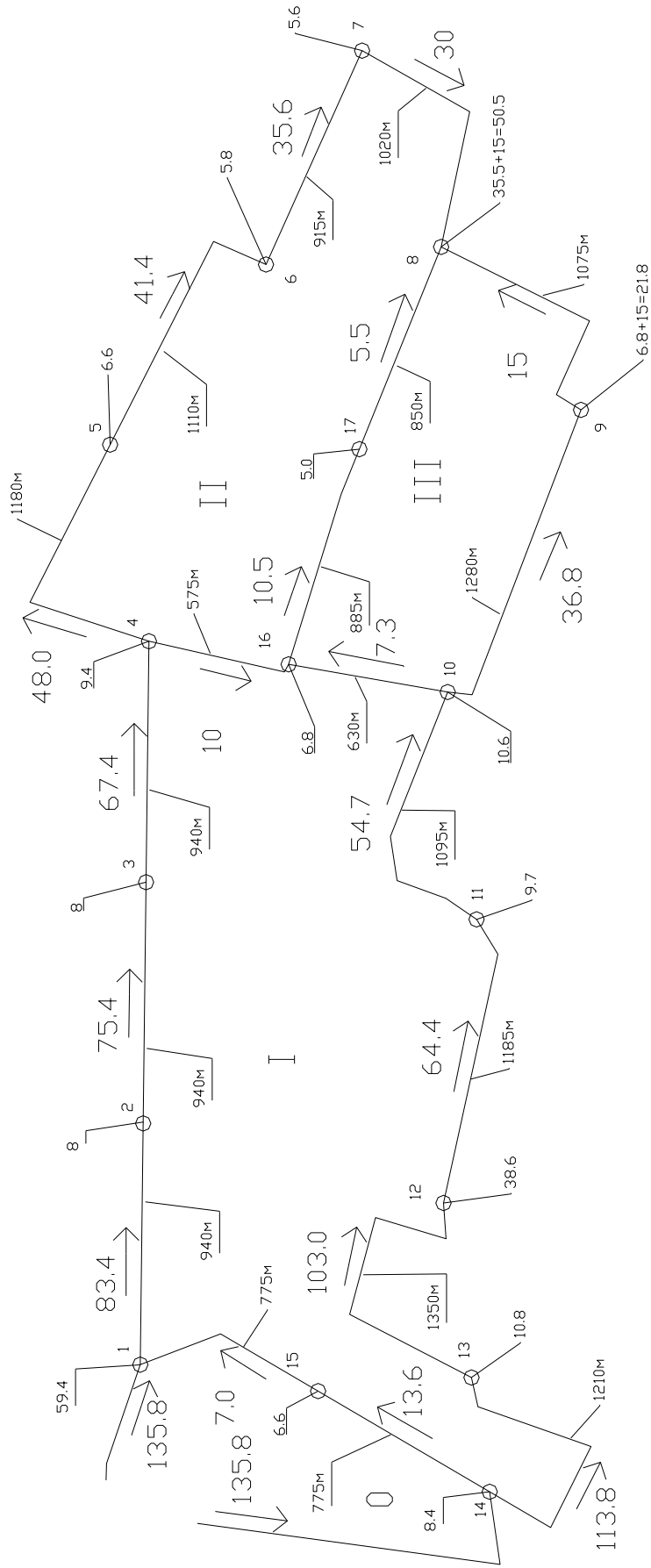
$$q_{7-8} = 1020 \cdot 0,0008 = 0,84 \text{ л/с}$$

$$q_{9-10} = 1280 \cdot 0,0008 = 1,05 \text{ л/с}$$

$$q_{16-4} = 287,5 \cdot 0,0008 = 0,24 \text{ л/с}$$

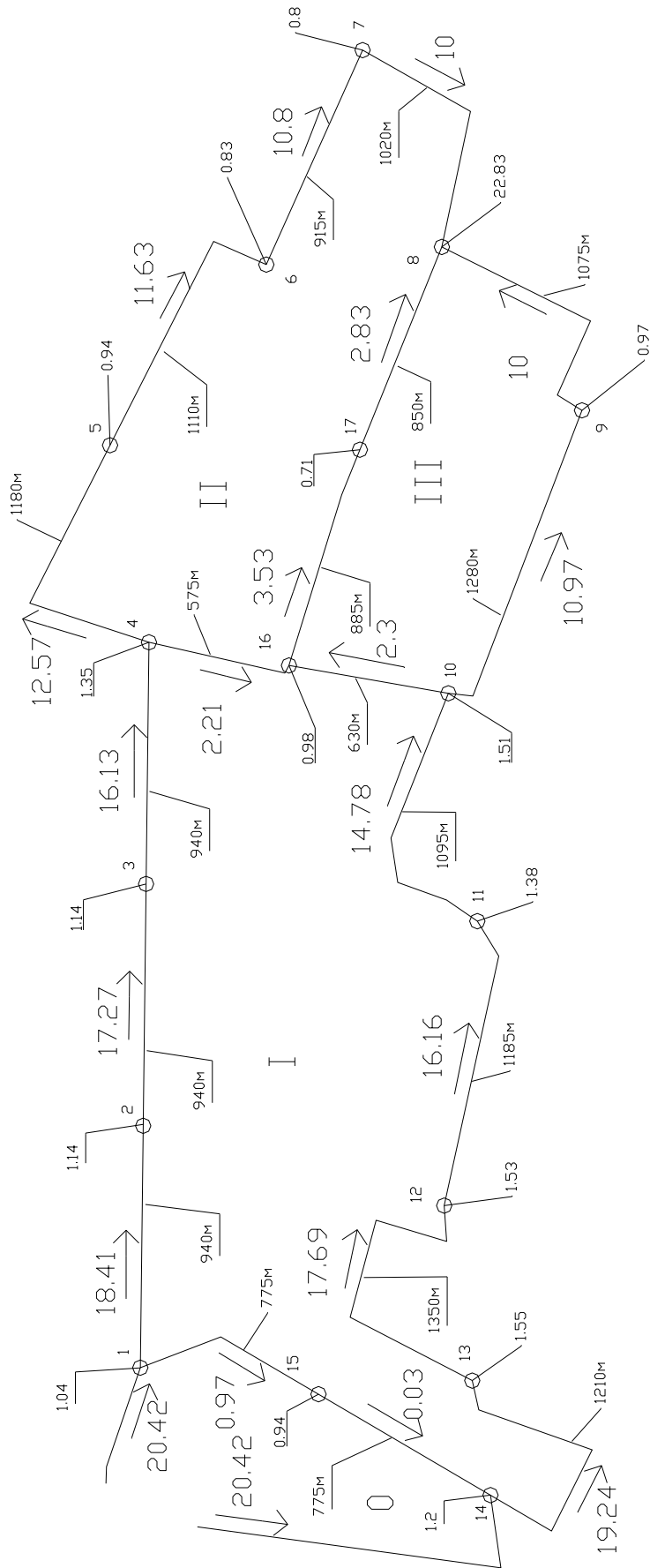
$$q_{17-8} = 850 \cdot 0,0008 = 0,7 \text{ л/с}$$

Попередній потіокорозподіл



Попередній потіккорозподіл

••••



Вузлові витрати:

$$q_1 = (1,14+0,94) \cdot 0,5 = 1,0 \text{ л/с}$$

$$q_2 = (1,14+1,14) \cdot 0,5 = 1,1 \text{ л/с}$$

$$q_3 = (1,14+1,14) \cdot 0,5 = 1,1 \text{ л/с}$$

$$q_4 = (1,14+0,35+0,97+0,24) \cdot 0,5 = 1,3 \text{ л/с}$$

$$q_5 = (0,97+0,91) \cdot 0,5 = 0,9 \text{ л/с}$$

$$q_6 = (0,91+0,75) \cdot 0,5 = 0,8 \text{ л/с}$$

$$q_7 = (0,75+0,84) \cdot 0,5 = 0,8 \text{ л/с}$$

$$q_8 = (0,84+0,88+0,70) \cdot 0,5 = 1,2 \text{ л/с}$$

$$q_9 = (0,88+1,05) \cdot 0,5 = 1,0 \text{ л/с}$$

$$q_{10} = (0,38+1,33+1,05+0,26) \cdot 0,5 = 1,5 \text{ л/с}$$

$$q_{11} = (1,33+1,43) \cdot 0,5 = 1,4 \text{ л/с}$$

$$q_{12} = (1,43+1,63) \cdot 0,5 = 1,5 \text{ л/с}$$

$$q_{13} = (1,63+1,46) \cdot 0,5 = 1,5 \text{ л/с}$$

$$q_{14} = (1,46+0,94) \cdot 0,5 = 1,2 \text{ л/с}$$

$$q_{15} = (0,94+0,94) \cdot 0,5 = 0,9 \text{ л/с}$$

$$q_{16} = (0,35+0,38+0,26+0,24+0,73) \cdot 0,5 = 1,0 \text{ л/с}$$

$$q_{17} = (0,70+0,73) \cdot 0,5 = 0,7 \text{ л/с}$$

$$\Sigma q_{\text{вуз}} = 19,2 \text{ л/с}$$

Ув'язку мережі проводимо за допомогою комп'ютерної програми розрахунку водопровідних мереж «Water». Результати представлено в таблиці:

Режим розрахунку **max** водозабір

Нев'язка по контуру -0,014

Кільце	Нев'язка	Ділянка	Втрата напору, м	Швидкість, м/с	Діаметр, мм	Напрямок	Витрата, л/с	Довжина, м	Матеріал труб
0	-0,003	нс-1	5,56	1,054	400	+	133,44	1385	Чавун
0	-0,003	1-15	0,20	0,131	150	+	2,40	775	Чавун
0	-0,003	15-14	0,54	0,230	150	-	4,20	775	Чавун
0	-0,003	14-нс	5,23	0,855	400	-	108,16	1981	Чавун
I	0,005	16-4	8,45	1,031	150	+	18,81	575	Чавун
I	0,005	4-3	7,51	1,107	250	+	55,64	940	Чавун
I	0,005	3-2	9,63	1,266	250	+	63,64	940	Чавун
I	0,005	2-1	4,72	0,984	300	+	71,64	940	Чавун
I	0,005	1-15	0,20	0,131	150	-	2,40	775	Чавун
I	0,005	15-14	0,54	0,230	150	+	4,20	775	Чавун
I	0,005	14-13	10,50	1,313	300	-	95,56	1210	Чавун
I	0,005	13-12	9,21	1,165	300	-	84,76	1350	Чавун
I	0,005	12-11	6,58	0,918	250	-	46,16	1185	Чавун
I	0,005	11-10	3,90	0,725	250	-	36,46	1095	Чавун
I	0,005	10-16	0,46	0,222	150	-	4,05	630	Чавун
II	-0,025	4-5	7,36	0,851	200	+	27,43	1180	Чавун
II	-0,025	5-6	4,09	0,646	200	+	20,83	1110	Чавун
II	-0,025	6-7	7,75	0,824	150	+	15,03	915	Чавун
II	-0,025	7-8	3,53	0,517	150	+	9,43	1020	Чавун
II	-0,025	8-17	4,90	0,606	150	-	11,06	850	Чавун
II	-0,025	17-16	9,40	0,881	150	-	16,06	885	Чавун
II	-0,025	16-4	8,45	1,031	150	-	18,81	575	Чавун
III	0,010	10-16	0,46	0,222	150	+	4,05	630	Чавун
III	0,010	16-17	9,40	0,881	150	+	16,06	885	Чавун
III	0,010	17-8	4,90	0,606	150	+	11,06	850	Чавун
III	0,010	8-9	9,43	0,823	150	-	15,01	1075	Чавун
III	0,010	9-10	5,32	0,676	200	-	21,81	1280	Чавун

Режим розрахунку пожежогасіння при **тах** водозаборі

Нев'язка по контуру 0,080

Кільце	Нев'язка	Ділянка	Втрата напору, м	Швидкість, м/с	Діаметр, мм	Напрямок	Витрата, л/с	Довжина, м	Матеріал труб
0	0,008	нс-1	6,76	1,168	400	+	147,86	1385	Чавун
0	0,008	1-15	0,38	0,182	150	+	3,33	775	Чавун
0	0,008	15-14	0,36	0,179	150	-	3,27	775	Чавун
0	0,008	14-нс	6,78	0,978	400	-	123,74	1981	Чавун
I	-0,002	16-4	15,53	1,397	150	+	25,49	575	Чавун
I	-0,002	4-3	11,37	1,375	250	+	69,13	940	Чавун
I	-0,002	3-2	14,15	1,534	250	+	77,13	940	Чавун
I	-0,002	2-1	6,54	1,170	300	+	85,13	940	Чавун
I	-0,002	1-15	0,38	0,182	150	-	3,33	775	Чавун
I	-0,002	15-14	0,36	0,179	150	+	3,27	775	Чавун
I	-0,002	14-13	14,44	1,540	300	-	112,07	1210	Чавун
I	-0,002	13-12	13,15	1,392	300	-	101,27	1350	Чавун
I	-0,002	12-11	11,77	1,247	250	-	62,67	1185	Чавун
I	-0,002	11-10	7,93	1,054	250	-	52,97	1095	Чавун
I	-0,002	10-16	0,27	0,170	150	-	-3,11	630	Чавун
II	0,081	4-5	11,19	1,062	200	+	34,24	1180	Чавун
II	0,081	5-6	6,86	0,857	200	+	27,64	1110	Чавун
II	0,081	6-7	16,19	1,197	150	+	21,84	915	Чавун
II	0,081	7-8	9,98	0,890	150	+	16,24	1020	Чавун
II	0,081	8-17	11,30	0,921	150	-	-16,80	850	Чавун
II	0,081	17-16	17,32	1,195	150	-	-21,80	885	Чавун
II	0,081	16-4	15,53	1,397	150	-	-25,49	575	Чавун
III	-0,007	10-16	0,27	0,170	150	+	3,11	630	Чавун
III	-0,007	16-17	17,32	1,195	150	+	21,80	885	Чавун
III	-0,007	17-8	11,30	0,921	150	+	16,80	850	Чавун
III	-0,007	8-9	12,77	0,957	150	-	-17,46	1075	Чавун
III	-0,007	9-10	16,12	1,218	200	-	-39,26	1280	Чавун

Режим розрахунку **min** водозабір

Нев'язка по контуру 0,018

Кільце	Нев'язка	Ділянка	Втрата напору, м	Швидкість, м/с	Діаметр, мм	Напрямок	Витрата, л/с	Довжина, м	Матеріал труб
0	0,000	нс-1	0,19	0,165	400	+	20,84	1385	Чавун
0	0,000	1-15	0,06	0,064	150	+	1,16	775	Чавун
0	0,000	15-14	0,00	0,012	150	+	0,22	775	Чавун
0	0,000	14-нс	0,25	0,158	400	-	20,00	1981	Чавун
I	0,005	16-4	1,03	0,312	150	+	5,68	575	Чавун
I	0,005	4-3	0,80	0,325	250	+	16,36	940	Чавун
I	0,005	3-2	0,88	0,348	250	+	17,50	940	Чавун
I	0,005	2-1	0,41	0,256	300	+	18,64	940	Чавун
I	0,005	1-15	0,06	0,064	150	-	1,16	775	Чавун
I	0,005	15-14	0,00	0,012	150	-	0,22	775	Чавун
I	0,005	14-13	0,54	0,261	300	-	19,01	1210	Чавун
I	0,005	13-12	0,52	0,240	300	-	17,46	1350	Чавун
I	0,005	12-11	0,95	0,317	250	-	15,93	1185	Чавун
I	0,005	11-10	0,75	0,289	250	-	14,55	1095	Чавун
I	0,005	10-16	0,29	0,159	150	-	2,89	630	Чавун
II	-0,002	4-5	1,00	0,289	200	+	9,32	1180	Чавун
II	-0,002	5-6	0,76	0,260	200	+	8,38	1110	Чавун
II	-0,002	6-7	2,15	0,414	150	+	7,55	915	Чавун
II	-0,002	7-8	1,93	0,370	150	+	6,75	1020	Чавун
II	-0,002	8-17	2,18	0,378	150	-	6,90	850	Чавун
II	-0,002	17-16	2,63	0,416	150	-	7,60	885	Чавун
II	-0,002	16-4	1,03	0,312	150	-	5,68	575	Чавун
III	0,015	10-16	0,29	0,159	150	+	2,89	630	Чавун
III	0,015	16-17	2,63	0,416	150	+	7,60	885	Чавун
III	0,015	17-8	2,18	0,378	150	+	6,90	850	Чавун
III	0,015	8-9	3,76	0,503	150	-	9,18	1075	Чавун
III	0,015	9-10	1,32	0,315	200	-	10,15	1280	Чавун

Визначення вільних напорів в водопровідній мережі та побутова графіка п'єзометричних ліній.

Вільні напори визначаємо для найбільш невідповідної точки мережі, для якої приймаємо необхідний вільний напір в залежності від кількості поверхів забудови.

Значення вільного фактичного напору в кожному вузлі визначаємо як різницю між п'єзометричною відміткою поверхні землі в певному вузлі.

За даними таблиці будуємо графік п'єзометричних ліній. Розраховуємо вільні напори і будуємо графік п'єзометричних ліній для розрахункових режимів.

$$H_{\text{необх 1}} = 10 + 4 \cdot (6 - 1) = 30 \text{ м}$$

$$H_{\text{необх 2}} = 10 + 4 \cdot (4 - 1) = 22 \text{ м}$$

Визначення вільних напорів для режиму максимального водоспоживання.

Номер розрахункового вузла	Номер розрахункової ділянки	Втрати напору на ділянках $h, \text{ м}$	Необхідний вільний напір $H_{\text{вільн.}}, \text{ м}$	Відмітки, м		Фактичний вільний напір $H_{\text{ф}}, \text{ м}$
				п'єзометричні	поверхні землі	
НС				116,9	115	51,9
	НС-1	5,56				
1			30	161,4	102	59,4
	1-2	4,72				
2			30	156,6	100	56,6
	2-3	9,63				
3			30	147,0	100	47,0
	3-4	7,51				
4			30	139,5	96	43,5
	4-5	7,36				
5			22	132,1	94	38,1
	5-6	4,09				
6			22	128,1	90	38,1
	6-7	7,75				
7			22	120,3	85	35,3
	7-8	3,53				
8			22	116,8	94	22,8
	8-9	9,43				
9			22	126,2	103	23,2
	9-10	5,32				
10			30	131,5	101	30,5
	10-11	3,90				
11			30	135,4	102	33,4
	11-12	6,58				
12			30	142,0	112	30,0
	12-13	9,21				
13			30	151,2	117	34,22
	13-14	10,50				
14			30	161,7	120	41,7
	14-НС	5,23				
НС				166,9	115	51,9

Визначення вільних напорів для режиму пожежегасіння

Номер розрахункового вузла	Номер розрахункової ділянки	Втрати напору на ділянках $h, м$	Необхідний вільний напір $H_{віль.}, м$	Відмітки, $м$		Фактичний вільний напір $H_{ф}, м$
				п'єзометричні	поверхні землі	
НС				187,0	115	72,0
	НС-1	6,76				
1			10	180,3	102	78,3
	1-2	6,54				
2			10	173,7	100	73,4
	2-3	14,2				
3			10	159,6	100	59,6
	3-4	11,4				
4			10	148,2	96	52,2
	4-5	11,2				
5			10	137,0	94	43,0
	5-6	6,86				
6			10	130,2	90	40,2
	6-7	16,2				
7			10	114,0	85	29,0
	7-8	10,0				
8			10	104,0	94	10,0
	8-9	12,8				
9			10	116,8	103	13,8
	9-10	16,1				
10			10	132,9	101	32,9
	10-11	7,93				
11			10	140,8	102	38,8
	11-12	11,8				
12			10	152,6	112	40,6
	12-13	13,2				
13			10	165,8	117	48,8
	13-14	14,4				
14			10	180,2	120	60,2
	14-НС	6,78				
НС				187,0	115	72,0

Визначення вільних напорів для режиму мінімального водоспоживання.

Номер розрахункового вузла	Номер розрахункової ділянки	Втрати напору на ділянках $h, м$	Необхідний вільний напір $H_{віль.}, м$	Відмітки, $м$		Фактичний вільний напір $H_{ф}, м$
				п'єзометричні	поверхні землі	
НС				150,0	115	35,0
	НС-1	0,00				
1			30	150,0	102	48,0
	1-2	0,00				
2			30	150,0	100	50,0
	2-3	0,00				
3			30	150,0	100	50,0
	3-4	0,00				
4			30	150,0	96	54,0
	4-5	1,00				
5			22	149,0	94	55,0
	5-6	0,76				
6			22	148,3	90	58,3
	6-7	2,15				
7			22	146,1	85	61,1
	7-8	1,93				
8			22	144,2	94	50,2
	8-9	3,76				
9			22	147,9	103	44,9
	9-10	1,32				
10			30	149,3	101	48,3
	10-11	0,75				
11			30	150,0	102	48,0
	11-12	0,00				
12			30	150,0	112	38,0
	12-13	0,00				
13			30	150,0	117	33,0
	13-14	0,00				
14			30	150,0	120	30,0
	14-НС	0,00				
НС				150,0	115	35,0

Визначення водоспоживання міста

Консультант_____

Згідно завдання проектуємо водозабірні споруди, що забезпечують водопостачання групи населених пунктів.

Сумарне водоспоживання групи населених пунктів $Q=75000 \text{ м}^3/\text{доб}$

Розрахункова витрата води для водопостачання міста:

$$Q_{\text{роз}} = Q \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3;$$

з урахуванням перспектив:

$$Q_{\text{пер}} = Q_{\text{роз}} \cdot K_4;$$

де $K_1 = 1,1-1,2$ коеф., враховуючий збільшення водоспоживання за рахунок інших водоспоживачів району;

$K_2 = 1,05-1,1$ коеф., враховуючий витрату води на власні потреби, які включають промивку самопливних ліній, сіток, фільтрів;

$K_3 = 1,1-1,3$ коеф., добової нерівномірності водоспоживання;

$K_4 = 1,2-1,3$ коеф., враховуючий збільшення водоспоживання об'єктом на перспективу на період 15-20 років;

$$Q_{\text{роз}} = 75000 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 99825 \text{ м}^3/\text{доб};$$

$$Q_{\text{пер}} = 99825 \cdot 1,2 = 119790 \text{ м}^3/\text{доб};$$

№	Водоспоживач	Розрахунковий період		Перспектива на 15-20 р	
		тис.м ³ /сут	м ³ /с	тис.м ³ /сут	м ³ /с
1	Населенні пункти з чисельністю мешканців більше 75 тис.чол.	99,825	1,15	119,790	1,38

Вибір джерела водопостачання

В якості мінімальних витрат річки приймаються найменші з середніх середньомісячних витрат за багаторічний період спостережень:

$$Q_{95\%} = 16 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$K_{\text{сан}} = 0,35 \text{ – при середньомісячних витратах від } 0,5 \text{ до } 20 \text{ м}^3/\text{с}$$

За додатком 5 (1) $Q_p=15 \text{ м}^3/\text{с}$ приймаємо витрату ріки в літній період. Тоді значення мінімальної санітарної витрати дорівнює:

$$Q_{\text{сан}}^{\text{роз}}=Q_p - Q_{\text{роз}}=15-1,15=13,85 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$K_{\text{сан}} \cdot Q_{95\%}=0,35 \cdot 16=5,60 \text{ м}^3/\text{с}$$

$13,85 > 5,60$ що відповідає заданій вимозі.

$$Q_{\text{сан}}^{\text{персп}}=Q_p - Q_{\text{персп}}=15-1,38=13,62 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$K_{\text{сан}} \cdot Q_{95\%}=0,35 \cdot 16=5,60 \text{ м}^3/\text{с}$$

$13,62 > 5,60$ що відповідає заданій вимозі.

Розрахункові витрати $\text{м}^3/\text{с}$	Значення витрат
$Q_{\text{роз}}$ водозабору	1,15
$Q_{\text{персп}}$ водозабору	1,38
$Q_{95\%}$	16
$Q_{97\%}$	15
$Q_{\text{сан}}^{\text{роз}}$ річки	13,85
$Q_{\text{сан}}^{\text{персп}}$ річки	13,62

Вибір ділянки, вишукування, вибір створу

На основі вивчення топографічних даних ділянки річки, рівневого режиму, шугохідних властивостей, кількості завислих речовин в воді, виходячи з геологічних, гідрологічних та санітарних вимог місцевості, після согласування зі всіма зацікавленими організаціями приймається ділянка під будівництво водозабору: пісчаний беріг, після 45 см слой глини.

Тип та принципова схема споруди.

№	категорія	процент	Витрати, $\text{м}^3/\text{с}$		Рівні/глибини, м		
					зимова	літня	восени
1	1	97	$Q_{\text{зим}}/Q_{\text{літ}}$	22/15	94.0/5.0	93.0/4.0	—
2	1	95	$Q_{\text{зим}}/Q_{\text{літ}}$	30/16	94.2/5.2	93.2/4.2	—
3	1	1	$Q_{1\%}$	2850	—	—	94.25/5.25

Відмітка дна –89.000 м

$$\text{Амплітуда коливань: } A = H_{\max p} - H_{\min p} = 5.25 - 4.0 = 1.25(\text{м})$$

Глибина підземної частини берегового водоприймального колодязя

$$H = A + h_1 + h_2$$

h_1 - запас під максимальним розрахунковим рівнем води у річці, $h_1 = 1\text{м}$

h_2 - запас під мінімальним розрахунковим рівнем води в річці, приймається на основі гідравлічного розрахунку з врахуванням компоновки приймальної та всмоктувальної камер, робочої висоти сітки, відмітки вісі насосів.

$$h_2 = h_{\text{гидр}} + h_{\text{констр}}$$

$h_{\text{гидр}}$ -гідравлічні втрати напору вісі річки до приймальної камери, м;

$h_{\text{констр}}$ -мінімальна глибина води в приймальній камері, м.

$$h_{\text{констр}} = 3.5\text{м}$$

$$h_2 = 0.1 + 3.5 = 3.6\text{м}$$

$$H = 1.25 + 1 + 3.6 = 5.85\text{м}$$

Так як в камері розташовані три труби, то відстань між ними $(1,5/2,0) \cdot 2 = 1,5\text{м}$

Гідравлічні розрахунки

Гідравлічні розрахунки основних елементів водозабірних споруд слід вести за прийнятою гідравлічною схемою в залежності від типу водозабору.

Визначення розмірів водоприймальних отворів берегового водоприймального колодязя визначається за формулою, де товщина стержнів решітки $C = 1,5\text{ см}$, втікання води в водоприймачі $a = 10\text{ см}$ та швидкість втікання в водоприймачі отворів з врахуванням шуги в воді $V = 0.6\text{ м/с}$

$$W_{\text{бр}} = 1,25 \cdot \frac{Q_{\text{роз}}}{V} \cdot k = 1,25 \cdot \frac{1,15}{0,6} \cdot \frac{10 + 1,5}{10} = 2,76 \text{ м}^2$$

На перспективу

$$W_{\text{бр}} = 1,25 \cdot \frac{Q_{\text{персп}}}{V} \cdot k = 1,25 \cdot \frac{1,38}{0,6} \cdot \frac{10 + 1,5}{10} = 3,306 \text{ м}^2$$

Прийняв $H_{\min} = 4,0\text{ м}$, назначаємо розмір отворів, виходячи з умов можливого їх вертикального положення, товщина льоду $h = 0,5\text{ м}$ необхідна мінімальна відстань від дна до низу отвору $0,5\text{ м}$, а від нижнього краю льоду до верха отвору $0,2\text{ м}$. Згідно цим умовам можливі вертикальні розміри отвору:

$$H_{\text{ст}} = H_{\min} - h_n - 0,5 - 0,2 = 4,0 - 0,5 - 0,5 - 0,2 = 2,80\text{ м}$$

Згідно з необхідною площею $W_{\text{бр}}=1,38 \text{ м}^2$ можливою висотою одного отвору приймаємо розміри отворів 1500×2000 , площею вікна $3,0 \text{ м}^2$. Приймаємо береговий водоприймальний колодязь двохсекційний з двома водоприймальними отворами в кожній секції (всього 4 отвора).

Розрахунок сіток

Сітки встановлюють в берегово-сітчатому колодзі, які призначені для більш повного видалення з води мусору та забруднень. В колдязі встановлюємо рухому сітку.

Необхідна площа сіток:

Де $V_c=0,35$ -швидкість проціжування м/с

$c=2$ мм-товщина проволоку сітки

$a=5$ мм- відстань між проволочками в сітці

$$W_c = 1,25 \frac{Q}{V_c} \cdot \left(\frac{a+c}{a} \right)^2 = 1,25 \cdot \frac{1,38}{0,35} \cdot \left(\frac{2+5}{5} \right)^2 = 9,66 \approx 10 \text{ м}^2$$

Так як колдязь прийняли двохсекційний, то площа сіток однієї секції $W_{\text{ос}}' = 10/2 = 5 \text{ м}^2$

Необхідна глибина занурення сітки під мінімальний рівень води, при якій буде обчислена швидкість проціжування $V_c=0,3$ м/с

$$H_c = (W_{\text{ос}}' / V_c) = (5/2) = 2,5 \text{ м}$$

Де $B_c=2$ м-ширина полотна сітки.

Прийнята обертова сітка з лобовим підводом води безкаркасного типу конструкції Водоканалпроекту, продуктивністю $2 \text{ м}^3/\text{с}$.

Занурення колодязя в такому випадку:

$$H = A + h_1 + h_2 = A + h_1 + h_{\text{гидр}} + h_{\text{констр}} = 1,25 + 1 + 0,1 + 3,5 = 5,85 \text{ м} \approx 6,0 \text{ м}$$

Відмітка рівня води в водоприймальній камері берегового колодязя:

$$Z_1 = 62,90 \text{ м}$$

Витрати напору в сітці – $0,1$ м

Відмітка рівня води у всмоктувальній камері:

$$Z_2 = 62,90 - 0,1 = 62,8 \text{ м}$$

У водоприймальній камері влаштовуємо приямок для сповзання осаду. Дно колодязя виконуємо з похилом $i = 0,01$ до приямка, глибину якого приймаємо рівним $0,2\text{ м}$, а відмітку його дна на $0,3\text{ м}$ нижче відмітки дна колодязя перед сітками.

Для визначення діаметру всмоктуючих водоводів необхідно підібрати насоси. На насосній станції 1 категорії надійності встановлюють 2 резервних насоса. Добір насосів виконуємо в наступному розділі з подальшими розрахунками.

Рибозахисні засоби

З метою попередження попадання в водоприймальні пристрої риби приймаємо механічні рибозахисні пристрої. Також можливе використання різних інших засобів: наприклад повітряних заслонів, які відлякують рибу. На дні перешийку можливо вкласти трубопровід з отворами та від компресорної станції подавати повітря.

Статичний розрахунок

Водоприймальний сіточний колодязь перевіряється на спливання і зсув.

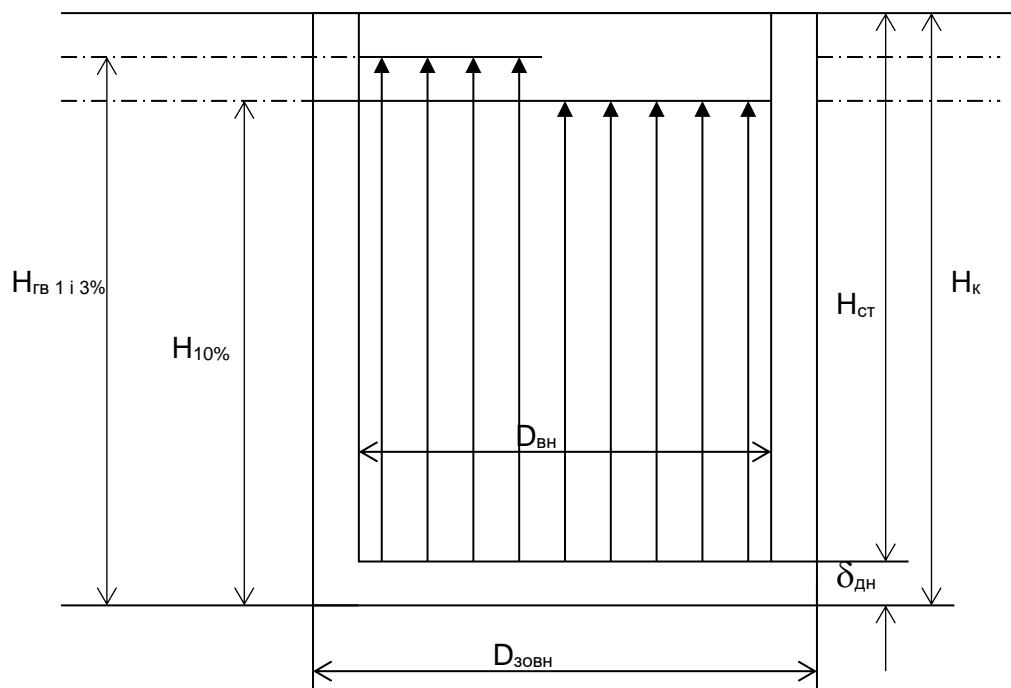


Схема до розрахунку колодязя на спливання

Будівельний період

Стійкість колодязя буде забезпечена за наступною умовою:

$$K_B = \frac{K_1 g \cdot (M_{CT} + M_{\Pi}) + 0,5 K_2 T_{CT}}{K_3 \cdot \rho_B \cdot H_{ГВ10\%} \cdot F_k \cdot g},$$

де $K_1=0,95-1,05$; $K_2=0,8-1,2$; $K_3=1$ – коефіцієнти перевантаження;

g – прискорення вільного падіння;

M_{CT} – маса стакана опускного колодязя, т;

$$M_{CT} = (L_{зовн} V_{зовн} - L_{внутр} V_{внутр}) \cdot \rho_B \quad \text{т},$$

де $L_{зовн}$, $L_{внутр}$ – відповідно зовнішня і внутрішня довжини камери, м

$V_{зовн}$, $V_{внутр}$ – відповідно зовнішня і внутрішня ширини камери, м

ρ_B – щільність бетону, $2,4 \text{ т/м}^3$;

H – висота камери, м;

M_{Π} – маса плити днища, т

$$M_{\Pi} = L_{зовн} V_{зовн} \delta \rho_B;$$

де δ – товщина плити днища, м

T_{CT} – сила тертя, кН.

$$T_{CT} = f_0 2(L_{зовн} + V_{зовн})(H - 1,5);$$

де f_0 – питома сила тертя ґрунта в залежності від глибини занурення колодязя, а також в залежності від типу ґрунтів, в данному випадку 40 кН/м^2

ρ_B – густина води, т/м^3 ;

$H_{ГВ 10\%}$ – висота ґрунтових вод в період будівництва від підшви колодязя до РГВ,

F_k – площа колодязя по зовнішньому краю ножа:

$$F_k = L_{зовн} V_{зовн} = 30,8 \cdot 18,8 = 579 \text{ м}^2$$

$$M_{CT} = (30,8 \cdot 18,8 - 30 \cdot 18) 7,5 \cdot 2,4 = 702,72 \text{ т}$$

$$M_{\Pi} = (30,8 \cdot 18,8) \cdot 1,5 \cdot 2,4 = 2084,544 \text{ т}$$

$$U_H = 2(30,8 + 18,8) = 99,2 \text{ м};$$

$$H_k = 8 \text{ м}$$

$$T_{ст} = 40 \cdot 99,2 \cdot (8 - 1,5) = 25792 \text{ кН}$$

$$K_B = (1,05 \cdot 9,81 \cdot (702,72 + 2084,544) + 0,5 \cdot 1,2 \cdot 25792) / (1 \cdot 1 \cdot 7,5 \cdot 579 \cdot 9,81) = 1,38$$

Стійкість колодязя на будівельний період забезпечення.

Експлуатаційний період

Стійкість колодязя забезпечується за наступної умови:

$$K_B = \frac{k_1 g (M_6 + M_n + M_{пер} + M_k) + 0,5 K_2 T_{ст}}{K_3 \rho_B H_{ГВ1,3\%} F_k}$$

де, $M_{пер}$ – маса перекриття, $M_{пер} = 0,2(702,72 + 2084,544) = 557,45 \text{ т}$.

M_k – маса інших будівельних конструкцій, яка дорівнює 0,5 маси підземної частини.

$$M_k = 0,5(702,72 + 2084,544) = 1393,63 \text{ т}$$

$$H_{ГВ1,3\%} = 8 \text{ м}$$

$$K_B = (1,05 \cdot 9,81 \cdot (702,72 + 2084,544 + 557,45 + 1393,63) + 0,5 \cdot 1,2 \cdot 25792) / (1 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 579 \cdot 9,81) = 2,3$$

$K_B = 1,2 < 2,3$ – умова виконується.

Стійкість колодязя забезпечена на експлуатаційний період.

Зсув – експлуатаційний період

$$\text{Коефіцієнт запасу стійкості визначаємо: } K_{cd} = \frac{T_{II} + R_{II} + 2 \cdot T_c}{R_a} \geq 1,2 \dots 1,3,$$

де повна сила тертя $T_{II} = [1,7 \cdot K_1 (M_{ст} + M_{II}) - K_3 \rho_B H_{ГВ3\%} F_k] \cdot g \cdot f_0$,

$$T_{II} = [1,7 \cdot 0,95 \cdot (702,72 + 2084,544) - 1 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 579] \cdot 9,81 \cdot 40 = 1199,32 \text{ кН},$$

$$\text{сила активного тиску ґрунту } R_a = \frac{\mu_a \cdot K_2 \cdot \rho_{зав} \cdot g \cdot H_k^2 \cdot B_{зовн}}{2},$$

$$\text{де коефіцієнт активного тиску ґрунту } \mu_a = \text{tg}^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) = \text{tg}^2\left(45 - \frac{30}{2}\right) = 0,33,$$

$\rho_{\text{зав}} = 0,8 \text{ кг/м}^3$ – густина завислого ґрунту,

$$R_a = \frac{0,33 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 9,81 \cdot 8^2 \cdot 18,8}{2} = 3748,46 \text{ кН.}$$

Сила пасивного тиску ґрунту $R_{\text{п}} = \frac{\mu_{\text{п}} \cdot K_2 \cdot \rho_{\text{зав}} \cdot g \cdot h_p^2 \cdot V_{\text{зовн}}}{2},$

де коефіцієнт пасивного тиску ґрунту

$$\mu_{\text{п}} = \text{tg}^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) = \text{tg}^2\left(45 + \frac{30}{2}\right) = 1,73,$$

глибина землі з боку річки $h_p = 4 \text{ м},$ $R_{\text{п}} = \frac{1,73 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 9,81 \cdot 4^2 \cdot 18,8}{2} = 2174,9$

кН.

Сила тертя бічних поверхонь споруди $T_c = R_{\text{гр}}^6 \cdot f_6,$

де рівнодіюча тиску

$$R_{\text{гр}}^6 = \mu_a \cdot K_2 \cdot \rho_{\text{зав}} \cdot g \cdot \left(\frac{H_k + h_p}{2}\right) \cdot V_{\text{зовн}} = 0,33 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 9,81 \cdot \left(\frac{8+4}{2}\right) \cdot 18 = 543,87 \text{ кН,}$$

$$T_c = 543,87 \cdot 0,5 = 271,93 \text{ кН.}$$

Отже $K_{\text{cd}} = \frac{1199,32 + 25792 + 2 \cdot 271,93}{3748,46} = 1,22 \geq 1,2 \dots 1,3,$ що задовольняє

заданим умовам.

Зони санітарної охорони

Зони санітарної охорони поверхневих джерел водопостачання являють собою спеціально виділену територію, яка охоплює джерело та частково басейн його живлення. На цій території встановлюють режим, який забезпечує надійну охорону джерела водопостачання від забруднень і збереження потрібної санітарної якості води. Межі зон санітарної охорони та перелік заходів по санітарному оздоровленню цієї території встановлюються проектом зони санітарної охорони.

Зони санітарної охорони в місці забору води з джерела повиння складатися із трьох поясів: першого – строгого режиму, другого і третього – обмеження.

Межі першого пояса зони санітарної охорони річки встановлюються залежно від місцевих санітарно-топографічних та гідрогеологічних умов, але у всіх випадках вони повинні бути:

вверх по течії – не менше 200 м від водозабору;

вниз по течії – не менше 100 м від водозабору;

по прилеглому до водозабору берегу – не менше 100 м від лінії урізу води при літньо-осінній межені;

у напрямку до протилежного берега при ширині річки менше 100 м – вся акваторія та протилежний берег шириною 50 м від лінії урізу води при літньо-осінній межені, а при ширині річки більше 100 м – смуга акваторії шириною не менше 100 м.

Межі другого пояса встановлюють з урахуванням джерел забруднення джерела стійкими хімічними речовинами: вгору по течії включаючи притоки – виходячи із швидкості течії води та часу її протікання від межі пояса до водозабору при середньомісячних витратах води 95% забезпеченості не менше 3...5 діб (залежно від місцевих умов); вниз за течією – не менше 250 м; бокові межі – на відстані від урізу води при літньо-осінній межені – 500 м при рівному рельєфі; до вершини першого схилу, поверненого вбік водотоку, але не більше 750 м при пологому схилі і 100 м при крутому схилі.

Межі третього пояса санітарної охорони поверхневих джерел водопостачання повинні бути вгору і вниз за течією водотоку або у всі боки по акваторії водойми такими ж, як і для другого пояса, бокові ж межі – по водорозділу, але не більше 3...5 км від річки.

Насосна станція I підйому

Консультант _____

Насосна станція першого підйому подає воду на очисні споруди водоочистки (для господарсько-питних потреб), то категорію насосної станції необхідно назначати в залежності від кількості мешканців у населеному пункті.

При максимальній витраті добового водоспоживання $Q_{\text{доб.мак}} = 99825 \text{ м}^3/\text{доб}$, приймаємо насосну станцію першої категорії.

В комплекс споруд, які забирають воду з відкритого джерела, крім будівлі насосної станції входить також берегово-сітчатий колодязь, якій сумісний з насосною станцією.

Насосна станція першої категорії проектується з насосами, які не використовують висоту всмоктування, тобто насоси проектується під залив. Для забезпечення оптимального режиму роботи очисних споруд водопостачання, подачу насосної станції першого підйому на протязі доби назначають рівномірною, що забезпечить зменшити потужності насосного обладнання та скоротити розміри насосної станції.

Подача насосної станції

Середня годинна подача:

$$Q_{\text{год}} = \frac{\alpha \cdot Q_{\text{сут.мак}}}{T}, \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{При } \alpha=1,05 \quad Q_{\text{год}} = \frac{1,05 \cdot 99825}{24} = 4375 \text{ м}^3/\text{год}$$

Секундна подача:

$$Q_{\text{нс}} = \frac{1000 \cdot Q_{\text{год}}}{3600} = \frac{1000 \cdot 4375}{3600} = 1215,3 \text{ л/с}$$

Напір насосної станції

$$H_{\text{нс}} = H_{\text{ст}} + h_{\text{нв}} + h_{\text{нс}} + h_{\text{вдм}} + h_{\text{вил}}$$

Визначаємо статичний напір:

$$H_{CT} = 123,400 - 92,800 = 30,600 \text{ м}$$

Визначаємо втрати напору в напірних водоводах

Приймаємо 2 чавунних напірних водовода

$$Q_{НВ} = \frac{Q_{НС}}{n_{НВ}}, \text{ л/с}$$

$$\text{При } n_{НВ}=2 \quad Q_{НВ} = \frac{1215,3}{2} = 607,65 \text{ л/с}$$

$$d_{НВ} = 800 \text{ мм}; 1000i = 2,11; v = 1,21 \text{ м/с}$$

$$h_{НВ} = 1,1 \cdot 1000i \cdot L_{НВ} = 1,1 \cdot 2,11 \cdot 0,5 = 1,16 \text{ м};$$

Прийняв $h_{НС} = 2 \text{ м}$ та $h_{ВДМ} = 2 \text{ м}$, розраховуємо H насосної станції

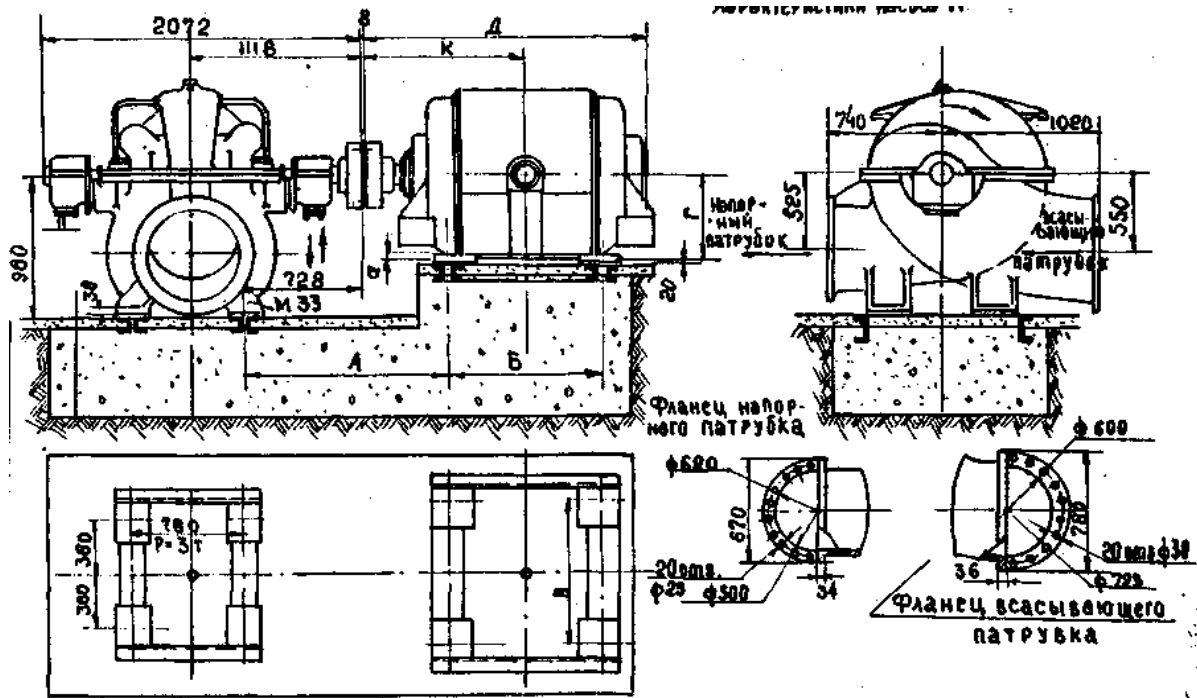
$$H_{НС} = H_{CT} + h_{ВДМ} + h_{НС} + h_{НВ} + h_{ВИЛ} = 30,6 + 2 + 2 + 1,16 + 0,5 = 36,26 \text{ м}$$

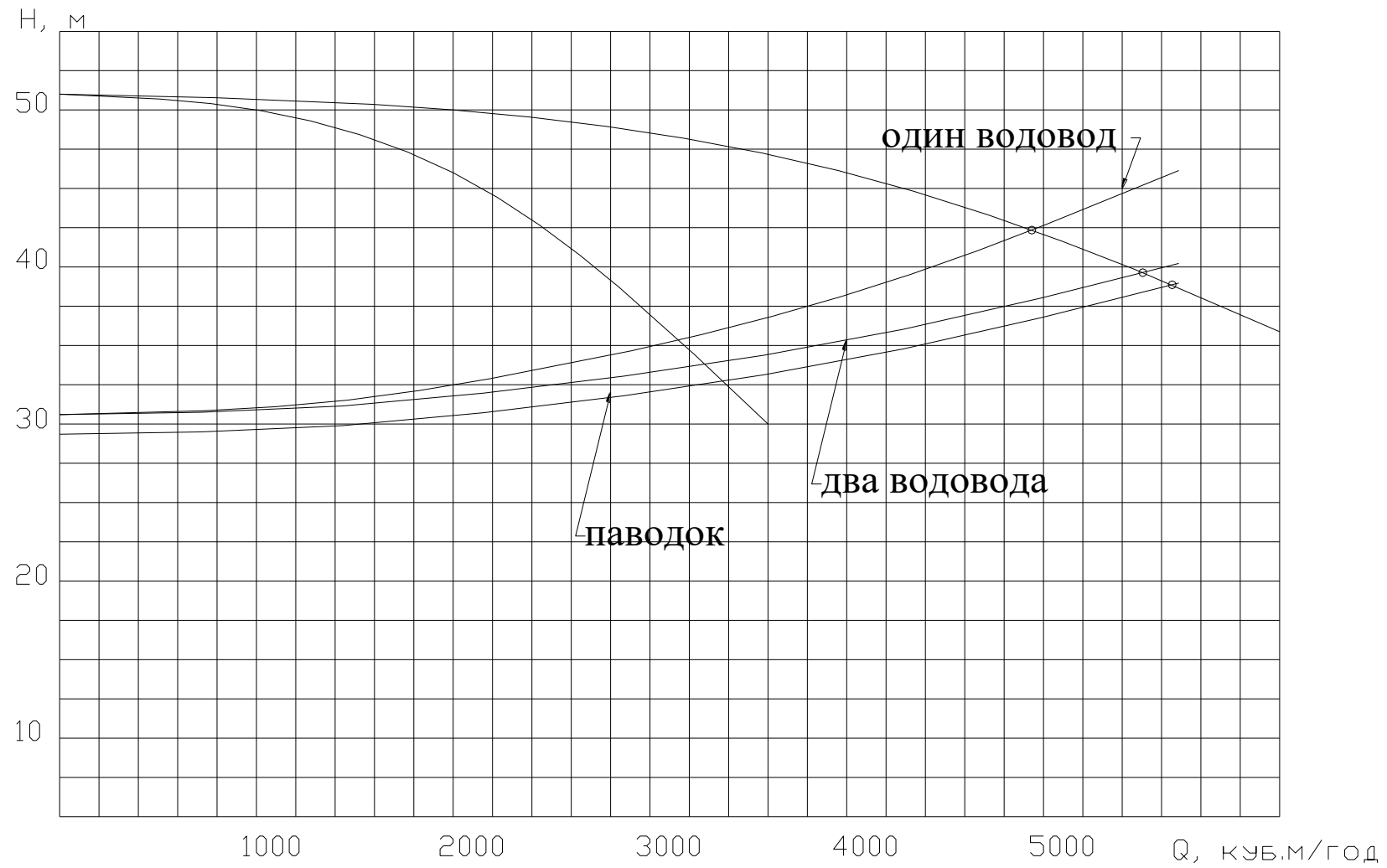
Габаритні розміри та графіки насосів

Приймаємо насос марки Д 2500-45, 2 робочих та 2 резервних.

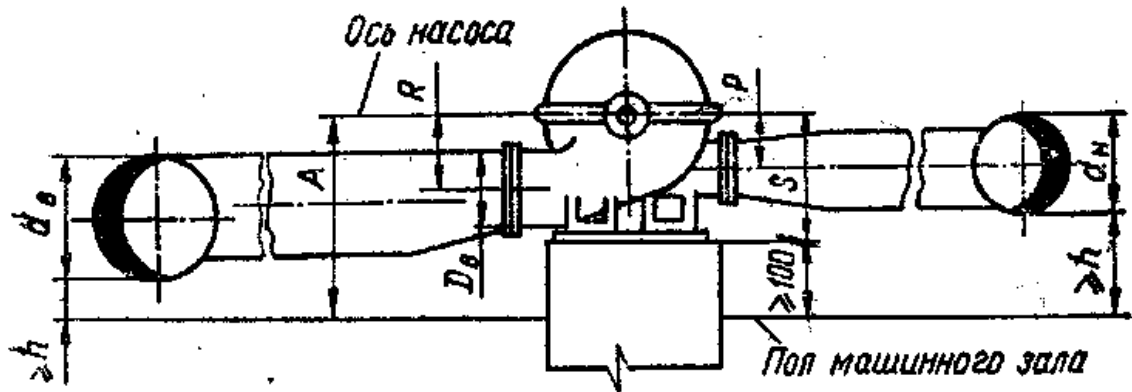
Характеристика сумісної роботи насосів та водоводів

№ п/п	Параметри	Q, м ³ /год				
		0	0,33 Q _{НС}	0,5 Q _{НС}	Q _{НС}	1,3 Q _{НС}
		0	1458,3	2187,5	4375,0	5687,5
2 водоводи						
1	H _{СТ}	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6
2	∑ h	0	0,45	1,125	4,5	7,65
3	h _{Н.В.}	0	0,12	0,29	1,2	1,97
4	H _{Н.С.} = 1+2+3	30,60	31,17	32,02	36,26	40,22
Аварія 1 водоводу						
5	h _{Н.В.} · 4	0	0,46	1,16	4,64	7,89
6	H _{НС}	30,60	31,51	32,89	39,74	46,14





Визначаємо відмітку вісі насоса



Перевищення фундаменту над рівнем підлоги машинної зали можна визначити за формулами:

$$A_1 = P + 0,5 \cdot d_n + h;$$

$$A_2 = R - 0,5 \cdot D_b + d_b + h;$$

$$A_3 = S + 100;$$

де R , P та S – конструктивні розміри насоса; d_b та d_n та D_b – діаметри всмоктуючого та напорного трубопроводу та всмоктуючого патрубку насоса; h – мінімальна відстань до підлоги, яка визначається за табл.6 [1].

$$R = 550 \text{ мм}; P = 325 \text{ мм}; S = 980 \text{ мм}; d_b = 1000 \text{ мм}; d_n = 800 \text{ мм};$$

$$D_b = 723 \text{ мм}; h = 350 \text{ мм};$$

Підставляємо данні в формули та приймаємо найбільше значення:

$$A_1 = 325 + 0,5 \cdot 800 + 350 = 1075 \text{ мм};$$

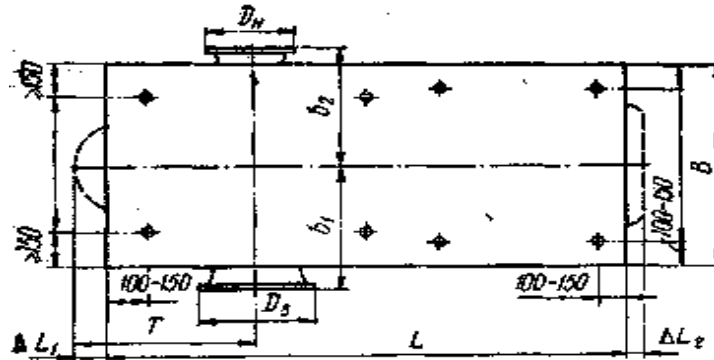
$$A_2 = 550 - 0,5 \cdot 723 + 1000 + 350 = 1538,5 \text{ мм};$$

$$A_3 = 980 + 100 = 1080 \text{ мм};$$

Приймаємо найбільше значення $A_2 = 1538,5 \text{ мм} \approx 1600 \text{ мм}$.

Отже вісь насоса знаходиться вище підлоги на 1,600 м

Визначаємо розміри фундаменту в плані



$$L = 1270 + 580 + 780 + 150 + 150 = 2930 \text{ мм}$$

$$B = 150 + 940 + 150 = 1240 \text{ мм}$$

Отже розміри в плані фундаментної плити 2,930x1,240 м

Визначаємо розміри монтажного п'ятна в плані

$$L' = 2072 + 8 + 1415 = 3495 \text{ мм}$$

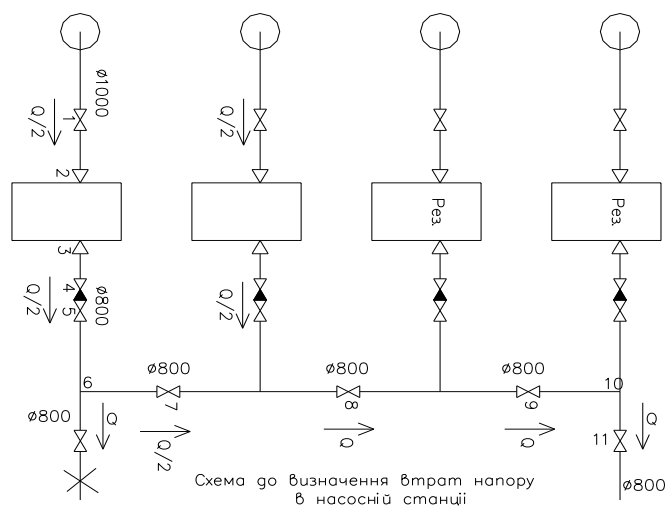
$$B' = 740 + 1020 = 1760 \text{ мм}$$

розміри монтажного п'ятна в плані: 3,495x1,760 м

T – відстань від краю монтажного п'ятна до вісі насосу:

$$T = 2072 - 1118 = 954 \text{ мм}$$

Визначаємо втрати в насосній станції



№	Найменування місцевих опорів	d, мм	Q, м ³ /с	ξ	V, м/с	v ² /2g, м	ξv ² /2g, м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	засувка	1000	0,61	0,2	1,24	0,078	0,016
2	Перехід звужаючий	600	0,61	0,1	2,05	0,214	0,021
3	Перехід розширюючий	500	0,61	0,25	2,92	0,434	0,109
4	Зворотній клапан	800	0,61	1,7	1,56	0,124	0,210
5	засувка	800	0,61	0,2	1,56	0,124	0,024
6	трійник	800	0,61	1,5	1,56	0,124	0,186
7	засувка	800	0,61	0,2	1,56	0,124	0,024
8	засувка	800	1,22	0,2	2,4	0,294	0,058
9	засувка	800	1,22	0,2	2,4	0,294	0,058
10	трійник	800	1,22	1,5	2,4	0,294	0,440
11	засувка	800	1,22	0,2	2,4	0,294	0,058
сума втрат:							1,21

Втрати в водомірі для розрахункової витрати $Q_{нв}$ визначаємо за формулою:
для діафрагм

$$h_{вдм} = v^2/2g \cdot (1/m^2 - 1) \cdot (1-m);$$

при зменшенні діапазону зміни витрати m , збільшується вимірювана межа та точність, але збільшується втрати напору. Значення приймають так , щоб визначаючи за формулою втрати були 1–2 м –для діафрагм.

$$v = 4Q/\Pi d^2 = 4 \cdot 0,61/3,14 \cdot 0,8^2 = 1,21 \text{ м/с}$$

приймаємо $m = 0,2$

$$h_{вдм} = 1,21^2/2 \cdot 9,81 \cdot (1/0,2^2 - 1) \cdot (1-0,2) = 1,43 \text{ м}$$

Підйомно-транспортне обладнання та вибір конструкції й стандартних розмірів будівлі

Насосну станцію виконуємо напівзаглибленого типу. З цього витікає що при монтажі насоси забираються з кузова автомобіля та подаються до місця монтажу. Вантажопідйомність підйомно-транспортного обладнання потрібно назначати по вазі найбільшої монтажної одиниці з урахуванням 10% надбавки.

Вага насосного агрегату (насос Д2500-45 та двигун А 12-39-6):

$m = 2930 + 2600 = 5530$ кг , а з врахуванням 10% вага буде складати

$m = 5530 + 10\% = 6083$ кг. За встановленою вагою приймаємо автомобіль

ЗИЛ – 133 Г2 з параметрами:

Розміри автомобіля, мм			Розміри платформи, мм			Вантажопідйомність / вага автомобіля	
L	B	H	L	B	H	т	т
9000	2500	2395	6100	2328	575	10	6,87

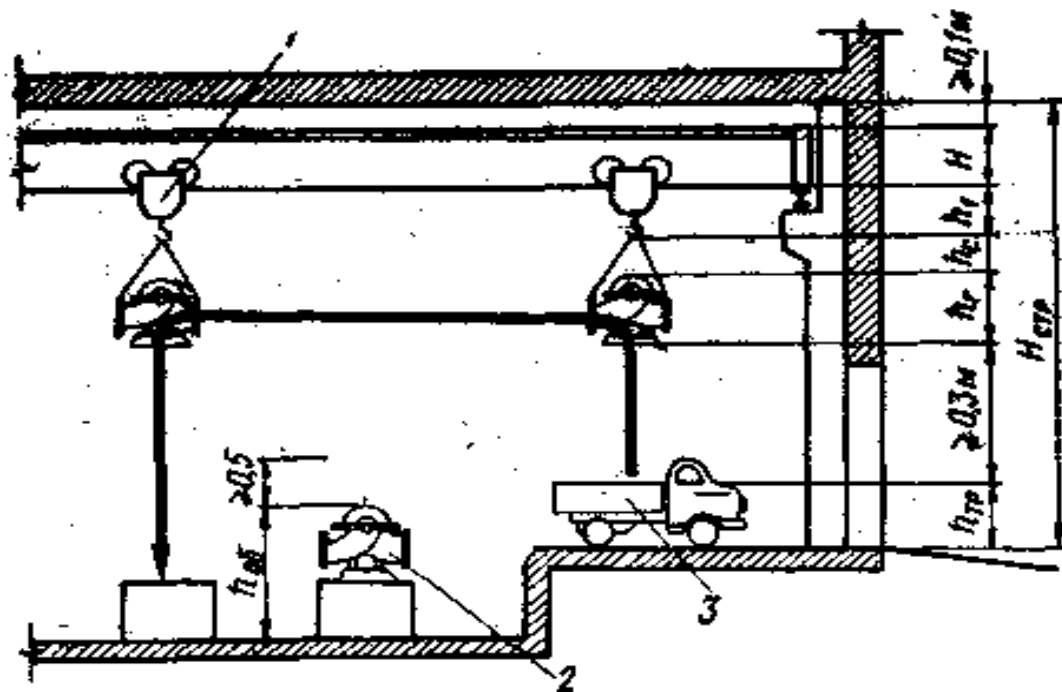
завантажувальна висота $h_{тр} = 1410$ мм

Згідно з рекомендаціями [1] та виходячи з ваги обладнання вибираємо мостовий кран з електроприводом.

Технічні характеристики мостових кранів з електроприводом.

Вантажопід'ємн	Проліт, L_p , м	Розміри, мм						Потужність електроприводна	Вага крану, т
		H	h_1	L_1	L_2	B	C		
10	10,5–34,5	190–0	500	120–0	110–0	5508–5802	4400–5000	7,5	17–34,9

Схема під'ємно-транспортних операцій в напів-заглибленій насосній станції



$h_{гр} = 1410 \text{ мм}; h_{г} = 2540 \text{ мм}; h_{с} = 900 \text{ мм}; h_{л} = 500 \text{ мм}; H = 1900 \text{ мм};$

$H_{стр} = 1410 + 300 + 2540 + 900 + 500 + 1900 = 7550 \text{ мм} = 7,55 \text{ м} \approx 8,4 \text{ м}$

Розмір воріт для візду вантажного автомобіля приймаємо 3х3 м, а мінімальні розміри монтажної площадки, мм 5,51х3,88 м.

Дренажні насосні установки

Витрата дренажних насосів знаходиться за формулою:

$$Q_{д} = (1,5 \dots 2) \cdot (\Sigma q_1 + q_2)$$

де Σq – сумарні втрати через сальники, 0,05...0,1 л/с на кожний сальниковий ущільнювач.

q_2 – фільтраційна витрата через підлогу, стінки будинку

$$q_2 = 1,5 + 0,001W = 1,5 + 0,001 \cdot ((15 \times 9 - 7 \times 3,5) \times 1,7) = 1,688 \text{ л/с}$$

$$Q_{д} = 1,75 \cdot (0,05 \cdot 8 + 1,688) = 3,654 \text{ л/с}$$

Приймаємо насос марки ВКС 4/24

Марка	Витрата, л/с	Напір, м	Потужність, кВт	Маса, кг	Габарити, мм	Н _{доп.бак}
ВКС 4/24	1,58-4,3	70-20	7,5	166	1005 × 360	4

Система технологічного водозабезпечення

Технічний водопровід подає воду на охолодження та гідроущільнювання сальників основних насосів.

Потрібний напір технічної води повинен бути на небагато вище напору основних насосів. Для створення такого напору в системі технічного водопроводу між баком “розриву струї” та насосами встановлюють насоси-підвищувачі: один робочий, один резервний. Встановлюємо бак об’ємом 5 м³ на кронштейнах на стіні надземної частини будівлі насосної станції на висоті 2 м над підлогою.

Напір насосів технічного водопроводу знаходять за формулою:

$$H_{т.в} = H - (Z_{д.б} - Z_{о.н}) + \Delta H$$

$$Z_{д.б} = 0,9 \text{ м} - \text{відмітка дна бака}$$

$$Z_{о.н} = -0,775 \text{ м} - \text{відмітка вісі насоса}$$

$$H = 38,853 \text{ м} - \text{напір основних насосів}$$

$$\Delta H = 3 \text{ м} - \text{перевищення напору технічного водопроводу над основним}$$

$$H_{т.в} = 38,853 - (0,9 - (-0,775)) + 3 = 40,178 \text{ м}$$

$$Q_{т.в} = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ л/с} = 3,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

За цими умовами підбираємо насос ВК-2/26 з витратою 2,7...8 м³/год й з напором 20...60 м

Система осушування

Продуктивність аварійних висушу вальних насосів потрібно приймати за умовою відкачування води з машинної залу шару води 0,5 м на протязі 2-х годин та передбаченням одного резервного агрегату.

$F=110,5 \text{ м}^2$ - площа затопленої машинної зали

T – час відкачування (не більше 2-х годин)

$$Q_{a.B} = 0,5 \cdot F/3,6 \cdot t = 0,5 \cdot 432/3,6 \cdot 2 = 30 \text{ м}^3/\text{год}$$

Приймаємо 1 робочий насос марки СД 25/14 та 1 резервний з частотою обертів
 $n = 1450 \text{ об/хв}$.

Очисні Споруди

Консультант _____

Вихідні дані

Ухил майданчику ОС до річки 0,05

Корисна продуктивність 75000 м³/добу

Каламутність 140 мг/л

Колірність 100 град

Жорсткість :

загальна 3,5 мг-екв/л

карбонатна 1,6 мг-екв/л

Присмак 3 бала

Запах 2 бала

Фтор 0,25 мг/л

Повна розрахункова **виробнича потужність** водоочисної станції, враховуючи витрати води на власні потреби,

$$Q = \alpha \cdot Q_{\text{кор}} = 1,1 \cdot 75000 = 82500 \text{ м}^3/\text{доб},$$

де $Q = 75000 \text{ м}^3/\text{добу}$ – виробнича потужність станції;

α – коефіцієнт, враховує витрату води на власні потреби очисної станції, $\alpha = 1,1$ без повторного використання промивних вод від фільтрів ([1], п. 6.6).

Вибір технологічної схеми очищення і складу споруд

Зважаючи на показники якості вихідної води і існуючі нормативи, приймаємо рекомендовані процеси обробки води: освітлення, знебарвлення.

Згідно ([1], п.15) приймаємо двоступеневу схему очищення води на горизонтальних відстійниках і швидких фільтрах.

Вода, насосами I підняття подається у контактний резервуар озонаторної станції. По трубопроводах вода надходить у змішувач, у якій подаються реагенти: коагулянт, вапно (за потреби) і флокулянт. Очищена вода піддається обробці озоном в контактних резервуарах. Хлор для остаточного знезараження подається у трубопровід перед резервуарами чистої води.

Розробка висотної схеми споруд

При компонуванні очисних споруд, враховуємо природний ухил місцевості, забезпечуючи умови самопливного руху води.

Для попереднього висотного розташування споруд, втрати напору у спорудах та комунікаціях приймаємо за ([1], п.6.219).

За 0.000 приймаємо позначку землі біля РЧВ (115.0). Максимальний рівень води у резервуарах - 0,500 (115.5).

Втрати напору у трубопроводах від контактної резервуару до РЧВ – 0,5 м, тож позначка води на виході з КР – 1.000 (116.0). Втрати напору в контактних резервуарах приймаємо 0,7 м, позначка води на вході до КР становить 1.700 (116.7). Втрати напору у трубопроводах від швидких фільтрів до КР – 0,5 м, позначка води на виході з фільтрів – 2.200 (117.2).

Втрати напору у фільтрах 3,3 м, то ж позначка на вході до фільтрів – 5.500 (120.5). Втрати напору у трубопроводах від горизонтальних відстійників до фільтрів – 0,5 м, позначка води на виході з відстійників – 6.000 (121.0). Втрати напору у відстійниках 0,7 м, у камерах реакції гідравлічного типу – 0,4 м. Позначка води на вході до камер реакції становить 7.100 (122.1) Втрати напору у трубопроводах між змішувачами і ГО – 0,3 м , позначка на виході зі змішувачів 7.400 (122.4).

Втрати напору у змішувачах – 0,5 м. Позначка води у змішувачах: 7.900 (122.9). Втрати напору у трубопроводах від контактного резервуару до змішувачів – 0,5 м, тож позначка води на виході з КР – 8.400 (123.4). Втрати напору в контактних резервуарах приймаємо 0,7 м, позначка води на вході до КР становить 9.100 (124.1).

Висотна схема наведена у графічній частині проекту.

Реагентне господарство

Первинну обробку води здійснюємо **озоном**, дозою 4 мг/дм³. Отже добова кількість озону

$$Q_{O_3 1} = \frac{Q \cdot D_{O_3 1}}{10^3} = \frac{82500 \cdot 4}{10^3} = 330, \text{ кг/добу.}$$

Обробку очищеної води озоном здійснюємо дозою 2 мг/дм³. Добова кількість озону

$$Q_{O_3 2} = \frac{Q \cdot D_{O_3 2}}{10^3} = \frac{82500 \cdot 2}{10^3} = 165, \text{ кг/добу.}$$

Остаточне знезараження води здійснюємо **хлором**, дозою 1 мг/дм³. Отже добова кількість хлору

$$Q_{Cl} = \frac{Q \cdot D_{Cl}}{10^3} = \frac{82500 \cdot 1}{10^3} = 82,5, \text{ кг/добу.}$$

Доза **коагулянту** D_k (за безводною речовиною) у розрахунку на $Al_2(SO_4)_3$, приймаємо при обробці: каламутної води – за [1, табл 16] $D_k = 37$ мг/л для каламутності води 140 мг/дм³; колірної води – за формулою

$$D_k = 4\sqrt{\text{Колірн}} = 4\sqrt{100} = 40 \text{ ,мг/л (г/м}^3\text{)},$$

де Колірн. – колірність вихідної води, град.

Приймаємо $D_k = 40$ мг/л.

Дозу реагента для штучного підлучення (D_v) визначаємо за формулою:

$$D_v = K_{\text{л}} \left(\frac{D_k}{e_k} - L_{\text{вих}} + 1 \right) = 28 \left(\frac{40}{57} - 1,6 + 1 \right) = 2,85 \text{ ,мг/л,}$$

де $e_k = 57$ – молярна маса еквівалента коагулянту мг/мг-екв, яка дорівнює для $Al_2(SO_4)_3$;

$L_{\text{вих}} = 1,6$ мг-екв/л – мінімальна лужність оброблюваної води;

$K_{\text{л}} = 28$ – коефіцієнт для вапна (за CaO).

Дозу **флокулянту** (ПАА) за безводним продуктом при вводиті перед відстійниками приймаємо за [1], табл.17: $D_{\text{ПАА}} = 0,5$ мг/дм³.

При **мокрому** зберіганні [1, п.6.205, 6.206] запас коагулянту зберігається у розчинних баках (ємності-зберігачі) у вигляді розчину концентрацією 15 – 20 %. Об'єм таких баків W_k^{36} розраховуємо, виходячи з того, що на 1 т сухого товарного неочищеного коагулянту необхідно $2,2...2,5$ м³ (C_k , м³/т) об'єму.

Місячна витрата коагулянту на станції

$$P_{30} = \frac{D_k \cdot Q_{\text{доб}} \cdot 30}{10^6} = \frac{40 \cdot 82500 \cdot 30}{1000000} = 99, \text{т}$$

де n_{30} - 30 днів, термін запасу; 10^{-6} - коефіцієнт перерахунку грамів у тони.

$$W_K^{зб} = Q_K^{раз} \cdot C_K = P_{30} \cdot 1,1 \cdot 2,5 = 272,25, \text{ м}^3$$

Об'єм одного баку

$$W_{1к}^{зб} = \frac{W_K^{зб}}{3} = \frac{272,25}{3} = 90,75, \text{ м}^3$$

Приймаємо до установки 5 таких баків. 3 баки повинні вмістити разову поставку коагулянту, 1 бак – для зберігання концентрованого (15 – 20 %) розчину для забезпечення безперебійної роботи водоочисної станції, 1 бак – резервний.

Ємність витратних баків $W_K^{випр.}$ визначаємо за формулою:

$$W_K^{випр.} = \frac{Q \cdot n \cdot D_K}{10^4 \cdot 24 \cdot b_K^{випр.} \cdot \rho_K^p} = \frac{82500 \cdot 12 \cdot 40}{10000 \cdot 24 \cdot 10 \cdot 1,105} = 14,93, \text{ м}^3$$

де n – тривалість повного циклу приготування коагулянту приймаємо 12 год.

$\rho_K^p = 1,105 \text{ т/м}^3$ – густина розчину коагулянту при його густині $b_K^{випр} = 10\%$;

Визначаємо об'єм одного витратного бака $W_{1к}^{випр}$

$$W_{1к}^{випр} = \frac{W_K^{випр}}{2} = \frac{14,93}{2} = 7,47, \text{ м}^3$$

Приймаємо 2 робочих і 1 резервний бак.

Об'єм разової поставки **вапна** на станцію

$$P_B = \frac{D_B \cdot Q \cdot n_B}{10^6} = \frac{2,85 \cdot 82500 \cdot 15}{1000000} = 3,53, \text{ т}$$

де $n_B = 15$ діб – періодичність поставки вапна на станцію.

Потрібна ємність для зберігання вапна, як вапняного тіста,

$$W_B^{зб} = 1,1 \cdot P_B \cdot w_B = 1,1 \cdot 3,53 \cdot 3,5 = 13,58, \text{ м}^3$$

де $V_B = 3,5 \text{ м}^3$ – об'єм, що займає 1т вапна.

Об'єм однієї ємності-сховища

$$W_{сх} = \frac{W_B^{зб}}{2} = 6,79, \text{ м}^3.$$

В витратних баках луг зберігається, як вапняне молоко з концентрацією до 5% по СаО. Термін зберігання – 2 доби.

Об'єм витратних баків

$$W_B^{вит} = 1,1 \cdot \frac{n_2}{n_{\Pi}} \cdot W_B^{зб} \cdot \frac{C_{зб}}{C_{вит}} = 1,1 \cdot \frac{2}{15} \cdot 13,58 \cdot \frac{35}{5} = 13,94, \text{ м}^3$$

де $n_2 = 2$ доби – термін зберігання вапна у витратних баках; $n_{\Pi} = 15$ діб – термін зберігання вапна у ємностях-сховищах; $C_{зб} = 5\%$ – концентрація вапна у ємностях-сховищах; $C_{вит} = 35\%$ – концентрація вапна у витратних баках.

Об'єм одного витратного баку

$$W_{вит} = \frac{W_B^{вит}}{2} = 6,97, \text{ м}^3.$$

Поліакриламід застосовують у вигляді 1%-го розчину. Добова витрата флокулянту $Q_{ф}^{доб}$:

$$Q_{ф} = \frac{Q \cdot D_{ф}}{10^6} = \frac{82500 \cdot 0,5}{10^6} = 0,04, \text{ т/добу.}$$

Об'єм витратних баків

$$W_{\phi}^{\text{виг}} = \frac{1,1 \cdot Q_{\phi} \cdot n_{\phi}}{C_{\text{ПАА}} \cdot \rho_{\text{ПАА}}} \cdot 100 = \frac{1,1 \cdot 40 \cdot 3}{1 \cdot 1000} \cdot 100 = 13,2, \text{ м}^3$$

де $n_{\text{ПАА}} = 3$ доби – термін зберігання розчину в баках; $C_{\text{ПАА}} = 1\%$ – концентрація розчину ПАА, %; $\rho_{\text{ПАА}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ – щільність розчину ПАА.

Місячна потреба в хлорі

$$P_{\text{Cl}} = \frac{Q_{\text{Cl}} \cdot n_{\text{Cl}}}{1000} = \frac{82,5 \cdot 30}{1000} = 0,25, \text{ т}$$

Хлор зберігається в балонах або контейнерах. Оскільки добова витрата хлору не перевищує 1 т, приймаємо зберігання хлор в балонах. Дозування хлору – автоматичними вакуумними хлораторами ЛОНИИ-100 (один робочий, один резервний).

Змішувачі

Приймаємо вихрові змішувачі.

Встановлюємо два змішувачі, оскільки не передбачено резервних, обладнуємо їх обвідним трубопроводом.

Вихровий змішувач складається з двох частин – нижньої (перевернута чотиригранна піраміда) та верхньої (паралелепіпед висотою до 1,5 м). Швидкість потоку у верхній, незмінній за перерізом частині змішувача, $v_{\text{в}} = 108 \dots 144 \text{ м/год}$.

Площа верхньої частини змішувача $F_{\text{в}}$

$$F_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{год}}}{n v_{\text{в}}} = \frac{82500}{24 \cdot 2 \cdot 116} = 14,8, \text{ м}.$$

За величиною $F_{\text{в}}$ визначаємо сторону $v_{\text{в}}$ верхньої частини

$$b_B = \sqrt{F_B} = \sqrt{14,8} = 3,85, \text{ м.}$$

Визначаємо ширину нижньої частини b_H . Вона дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводу $d_{\text{зовн}}$, що подає воду у змішувач.

Площа перерізу трубопроводу

$$f = \frac{Q_{\text{год}}}{n \cdot v_T} = \frac{3438}{2 \cdot 1,2 \cdot 3600} = 0,397, \text{ м}^2,$$

$v_T = 1,2$ м/с – швидкість води у трубопроводі, [1, п.6.45].

Внутрішній діаметр трубопроводу

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4f}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,397}{3,14}} = 0,69 \approx 0,7, \text{ м,}$$

Тоді $b_H = d_{\text{зовн}} \approx 720$ мм.

Визначаємо висоту нижньої h_H частини змішувача:

$$h_H = \frac{1}{2}(b_B - b_H) \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2}(3,85 - 0,72) \operatorname{ctg} \frac{40^\circ}{2} = 4,3, \text{ м}$$

Визначаємо об'єм нижньої W_H частини змішувача:

$$W_H = \frac{1}{3} h_H (F_B + F_H + \sqrt{F_B \cdot F_H}) = \frac{1}{3} \cdot 4,3 \cdot (14,8 + 0,397 + \sqrt{14,8 \cdot 0,397}) = 24,98, \text{ м}^3$$

Повний об'єм змішувача

$$W = \frac{Q_{\text{год}} \cdot t}{n \cdot 60} = \frac{3438 \cdot 1,5}{2 \cdot 60} = 42,975, \text{ м}^3$$

де t – час перебування води у змішувачі (не більше 2 хвилин).

Об'єм верхньої W_B частини:

$$W_B = W - W_H = 42,98 - 24,98 = 18, \text{ м}^3$$

Висота h_B верхньої частини:

$$h_B = \frac{W_B}{F_B} = \frac{18}{14,8} = 1,2, \text{ м}$$

За [1, п. 6.45] h_b повинна складати 1...1,5 м, що може бути досягнуте регулюванням величини t в межах $t \leq 2$ хвилини.

Повна висота H змішувача

$$H = h_b + h_n = 4,3 + 1,2 = 5,5, \text{ м.}$$

Горизонтальні відстійники

Горизонтальні відстійники проектуємо із децентралізованим збиранням води. Попередньо визначаємо характеристику вихідної води.

Швидкість осідання зависі за [1, табл. 18] $U_0^{\text{табл}} = 0,5$ мм/с.

Оскільки при коагулюванні води використовується флокулянт, збільшується на 20%. Враховуючи застосування вбудованих у відстійник камер реакції з шаром завислого осаду швидкість осідання зависі при розрахунках збільшуємо ще на 15%. Таким чином

$$U_0 = 1,35 \cdot U_0^{\text{табл}} = 1,35 \cdot 0,5 = 0,675, \text{ мм/с.}$$

Загальна **площа** відстійників

$$F_3 = \alpha \frac{Q_{\text{год}}}{3,6 \cdot U_0} = 1,3 \cdot \frac{3438}{3,6 \cdot 0,675} = 1839, \text{ м}^2$$

де $\alpha = 1,3$ – коефіцієнт об'ємного використання відстійника.

Довжину відстійників L , (рис. 13) визначають за формулою:

$$L = \frac{H_{\text{сер}} v_{\text{сер}}}{U_0} = \frac{3,5 \cdot 8}{0,675} = 41,5 \approx 42, \text{ м,}$$

де $H_{\text{сер}} = 3,5$ м – середня висота зони осідання;

$v_{\text{сер}} = 8 \text{ мм/с}$ – розрахункова швидкість горизонтального руху води на початку відстійника, [1, п.6.68].

Загальна **ширина** відстійників

$$B_3 = F_3 / L = 1761 / 42 = 43,8, \text{ м.}$$

Кількість **секцій** відстійника:

$$N = B_3 / B = 43,8 / 6 = 7,3 \approx 8.$$

Тоді реальна площа відстійників

$$F = 42 \cdot 8 \cdot 6 = 2016 \text{ м}^3.$$

Швидкість осідання

$$U_0 = \frac{1,3 \cdot 3438}{3,6 \cdot 2016} = 0,616 \text{ мм/с} < 0,675 \text{ мм/с}$$

Оскільки кількості N_p більше 6 не передбачаємо резервних секцій.

У відстійниках передбачаємо гідравлічне **видалення осаду**. Для цього передбачаємо систему з перфорованих труб, що забезпечують видалення осаду продовж 20 хв. Дно відстійника між трубами приймаємо призматичним з кутом нахилу граней 45° . Відстань між осями приймаємо 3 м. Швидкість руху осаду в кінці труб приймаємо 1 м/с, в отворах 1,5 м/с, відстані між отворами 300...500 мм.

Концентрація завислих речовин на вході до відстійника

$$C_b = M + K \cdot D_k + 0,25 \cdot Ц + B = 130 + 0,55 \cdot 40 + 0,25 \cdot 100 + 0,513 = 177,5 \text{ мг/л}$$

де $K = 0,55$ – коефіцієнт забрудненості коагулянту; B - кількість нерозчинних речовин, що потрапляє у вихідну воду з вапном

$$B = K_B \cdot D_{\text{л}} = 0,18 \cdot 2,85 = 0,513, \text{ мг/л};$$

де $K_B = 0,18$ – коефіцієнт забрудненості вапна.

Об'єм зони накопичення та ущільнення осаду однієї секції відстійника при гідравлічному видаленні осаду

$$W = \frac{T_p \cdot Q \cdot (C_B - C_K)}{N_p \cdot \delta} = \frac{12 \cdot 3438 \cdot (177,5 - 10)}{8 \cdot 16000} = 54, \text{ м}^3$$

де $T_p = 12$ год – час між двома чистками; $M_{\text{ф}} = 10$ мг/л – концентрація завислих речовин на виході з відстійника, $\delta = 16000$ мг/л – середня по висоті осадової частини відстійника концентрація твердих речовин при $T_p = 12$ год.

Висота відстійника

$$H_{\text{від}} = H_{\text{ср}} + \frac{W}{L \cdot B} + 0,3 = 3,5 + \frac{54}{42 \cdot 6} + 0,3 = 3,995 \approx 4, \text{ м}$$

Кількість води, що видаляється з однієї секції відстійника з осадом

$$Q_{\text{вод}} = 1,5 \cdot Q_{\text{ос}} \approx 1,5 \cdot W = 1,5 \cdot 54 = 81 \text{ м}^3$$

Збір освітленої води передбачається системою горизонтально розташованих дірчастих труб або жолобів з затопленими отворами або трикутними водозливами, розташованими на ділянці $2/3$ довжини відстійника, рахуючи від задньої торцевої стінки. Відстань між осями жолобів 3 м.

Швидкість освітленої води в кінці жолобів і труб приймаємо 0,6 м/с, у отворах – 1 м/с. Верх жолоба з затопленими отворами на 0,1 м вище максимального рівня води у відстійнику.

Отвори у жолобі розташовуються на 5...8 см вище дна жолоба. Вилив води з жолобів і труб у збірний карман незатоплений.

Камери реакції

В горизонтальних відстійниках передбачаємо вбудовані камери реакції з шаром завислого осаду, яка розташовується на початку відстійника.

Кількість камер дорівнює кількості секцій відстійника $N_k = N_p$, а ширина камери дорівнює ширині секції відстійника B , тобто $B_k = B$.

Визначаємо **площу** однієї камери

$$f_k = \frac{Q_{\text{год}}}{3,6 \cdot N_k \cdot v_{\text{кр}}} = \frac{3438}{3,6 \cdot 8 \cdot 1,6} = 74,6 \text{ ,м}^2,$$

де $v_{\text{кр}} = 1,6$ мм/с – швидкість підйому води в камері, мм/с.

Довжина камери

$$l_k = f_k / B_k = 74,6 / 6 = 12,5, \text{ м.}$$

Розподілення води по площі камери реакції з завислим осадом передбачаємо за допомогою напірних перфорованих труб з отворами, спрямованими вниз під кутом 45°. Відстань між перфорованими трубами приймаємо 2 м, від стінки камери – 1 м. Швидкість руху води напочатку розподільчих труб приймаємо 0,5 м/с, площу отворів 30% площі перерізу розподільчої труби, діаметр отворів 25 мм.

Визначаємо висоту шару води у камері h_2 :

$$h_2 = \frac{Q_{\text{год}}}{3,6 \cdot 10^3 N_k v_1 B_k} = \frac{3438}{3,6 \cdot 1000 \cdot 8 \cdot 0,1 \cdot 6} = 0,20, \text{ м,}$$

де $v_1 = 0,1$ м/с – швидкість відведення води з камер для мутних вод.

На вході води у відстійник встановлюється підвісна перегородка, занурена на $\frac{1}{4}$ висоти відстійника.

Висота води у камері складає:

$$h_k = H_{\text{сер}} + 0,1 = 3,5 + 0,1 = 3,6, \text{ м.}$$

Визначаємо товщину шару завислого осаду h_1 у камері:

$$h_1 = h_k - h_2 = 3,6 - 0,2 = 3,4, \text{ м.}$$

Перевіряємо **тривалість** перебування води у камері t , яка повинна бути не меншою 20 хвилин:

$$t = \frac{100 \cdot h_k}{6 \cdot v_{\text{кр}}} = \frac{100 \cdot 3,6}{6 \cdot 2} = 30, \text{ хвилин.}$$

Визначаємо відстань зануреної перегородки від стінки камери:

$$a = \frac{Q_{\text{год}}}{3,6 \cdot 10^3 N_k v_2 B_k} = \frac{3438}{3,6 \cdot 1000 \cdot 8 \cdot 0,03 \cdot 6} = 0,66, \text{ м,}$$

де v_2 – швидкість руху води між перегородкою і стінкою, яка не повинна перевищувати 0,03 м/с [1, п.6.58].

Швидкі фільтри

Фільтри повинні бути розраховані на роботу при нормальному і форсованому (частина фільтрів ремонтується) режимах. На станціях з кількістю фільтрів до 20 необхідно передбачаємо можливість виключення на ремонт одного фільтра.

Загальна **площа** фільтрування

$$F_{\phi} = \frac{Q_{oc}}{T_{ct} v_n - n_{pr} q_{pr} - n_{pr} v_n \tau_{pr}} = \frac{82500}{24 \cdot 5 - 2 \cdot 5,04 - 2 \cdot 5 \cdot 0,33} = 754,2, \text{ м}^2$$

де $T_{ct} = 24$ год. – тривалість роботи станції на протязі доби;

$v_n = 5$ м/год – розрахункова швидкість фільтрування за нормального режиму, [1, табл.21].

$n_{pr} = 2$ – кількість промивок фільтра за добу;

q_{pr} – питома витрата води на одну промивку,

$$q_{pr} = q_{pr}' \cdot t \cdot 10^{-3} = 14 \cdot 360 \cdot 10^{-3} = 5,04, \text{ м}^3/\text{м}^2,$$

де $q_{pr}' = 14$ л/с·м², – інтенсивність промивки;

$t = 360$ с – тривалість промивки, [1, табл. 23];

$\tau_{pr} = 0,33$ год. – час простою фільтра через промивку.

Кількість фільтрів

$$N_{\phi} = \frac{1}{2} \sqrt{F_{\phi}} = \frac{1}{2} \sqrt{754,2} = 13,7 \approx 14.$$

площа одного фільтра $f_{\phi} = \frac{754,2}{14} = 53,8 \text{ м}^2.$

Приймаємо розмір одного фільтра $6 \times 9 = 54 \text{ м}^2.$

Остаточно приймаємо $N_{\phi} = \frac{754,2}{54} = 13,9 \approx 14$

При цьому необхідно забезпечити співвідношення

$$v_{\phi} = \frac{v_n N_{\phi}}{N_{\phi} - N_1} = \frac{5 \cdot 14}{14 - 1} = 5,38 \leq 7, \text{ м}^3/\text{год}$$

де v_{ϕ} – швидкість фільтрування за форсованого режиму, яка не повинна перевищувати 7 м/год. [1, табл.21];

$N_1 = 1$ – кількість фільтрів, що знаходяться у ремонті [1, п.6.95].

Склад **завантаження** фільтра: висота фільтрувального шару піску становить 1,5 м з крупністю часточок 0,7...1,6 мм; еквівалентний діаметр зерен 0,8...1 мм, коефіцієнт неоднорідності завантаження $k_n = 1,6...1,8$. Підтримуючі шари гравію загальною висотою 0,6 м.

Для збирання фільтрату і рівномірного розподілення промивної води по площі фільтра проектуємо трубчатую **розподільчу систему** великого опору з виходом води у підтримуючі шари (гравій або аналогічні матеріали). Система складається з колектора і відгалужень.

Розраховуємо витрату води $Q_{пр}$, необхідної для промивки одного фільтра

$$Q_{пр} = F_{ф}^0 \cdot q'_{пр} \cdot 10^{-3} = 54 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 0,756 \text{ , м}^3/\text{с},$$

де $F_{ф}^0 = 54 \text{ м}^2$ – площа одного фільтра (L x B).

Визначаємо діаметр **колектора** [1, п.6.106]

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{пр}}{\pi \cdot v_k}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,756}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,89 \approx 0,9 \text{ , м},$$

де $v_k = 1,2 \text{ м/с}$ – швидкість руху води на початку колектора.

Площа дна фільтра, що приходить на одне **відгалуження**

$$f_{відг} = \frac{9 - 0,92}{2} \cdot 0,25 = 1,01 \text{ м}^2, \text{ де } 0,25 \text{ м} - \text{відстань між відгалуженнями.}$$

Витрата промивної води у одному відгалуженні

$$q_{відг} = f_{відг} \cdot q'_{пр} = 1,01 \cdot 14 = 14,14 \text{ л/с.}$$

Діаметр відгалужень 100 мм, швидкість виходу води $v = 1,28 \text{ м/с}$.

Загальна кількість відгалужень на кожному фільтрі при відстані між їх осями 0,25 м

$$n_{відг}^{заг} = \frac{6 \cdot 2}{0,25} = 48 \text{ шт.}$$

У нижній частині відгалужень під кутом 45° передбачені **отвори** діаметрами 10 мм. Сумарна площа отворів становить 0,25% від площі фільтра:

$$\sum f_{\text{отв}} = \frac{0,25 \cdot 54}{100} = 0,135 \text{ м}^2 = 1350 \text{ см}^2.$$

Площа одного отвору f_0 складає

$$f_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,000079 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо загальну кількість отворів n_0 для фільтра

$$n_0 = \frac{\sum f_0}{f_0} = \frac{0,135}{0,000079} = 1709, \text{ шт.}$$

Кількість отворів $n_0^{\text{відг}}$ на одному відгалуженні

$$n_0^{\text{відг}} = \frac{n_0}{n_{\text{заг}}} = \frac{1709}{48} \approx 36, \text{ шт}$$

Для **збирання і відведення промивної води** з фільтрів передбачаються жолоби. Відстань між вісями сусідніх жолобів $l = 2 \text{ м}$ [1, п. 6.

Розраховуємо **витрату** води $q_{\text{ж}}$, що припадає на один жолоб

$$q_{\text{ж}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{n_{\text{ж}}} = \frac{0,756}{6} = 0,126, \text{ м}^3/\text{с}.$$

Знаходимо **ширину** жолоба $B_{\text{ж}}$

$$B_{\text{ж}} = K_{\text{ж}} \sqrt[5]{\frac{q_{\text{ж}}^2}{(1,57 + a_{\text{ж}})^3}} = 2,1 \cdot \sqrt[5]{\frac{0,126^2}{(1,57 + 1,5)^3}} = 0,47, \text{ м},$$

де $a_{\text{ж}} = 1,5$ – відношення висоти прямокутної частини жолоба h_n до половини його ширини, $K_{\text{ж}} = 2,1$ – для п'ятикутної форми жолоба.

Таким чином, прямокутна частина жолоба дорівнює

$$h_n = 0,75 \cdot B_{\text{ж}} = 0,75 \cdot 0,47 = 0,35, \text{ м}.$$

Корисна **висота** жолоба $h_{\text{ж}}$ становить

$$h_{\text{ж}} = h_{\text{п}} + 0,5B_{\text{ж}} = 0,35 + 0,5 \cdot 0,47 = 0,585, \text{ м.}$$

Конструктивна висота $h_{\text{ж}}^{\text{к}}$

$$h_{\text{ж}}^{\text{к}} = h_{\text{ж}} + 0,08 = 0,585 + 0,08 = 0,665, \text{ м.}$$

Визначаємо відстань $H_{\text{ж}}$ від поверхні фільтруючого завантаження до кромки жолоба

$$H_{\text{ж}} = \frac{H_3 \cdot a_3}{100} + 0,3 = \frac{1,5 \cdot 30}{100} + 0,3 = 0,75, \text{ м,}$$

де $H_3 = 1,5$ м – висота фільтруючого шару;

$a_3 = 30\%$ – відносне розширення фільтруючого завантаження [1, табл. 23].

Відстань від дна жолоба до дна **каналу**

$$H_{\text{кан}} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{\text{кан}}^2}{gB_{\text{кан}}^2}} + 0,2 = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,756^2}{9,81 \cdot 1,0^2}} + 0,2 = 0,88, \text{ м,}$$

де $B_{\text{кан}}$ – ширина каналу, м ($B_{\text{кан}} = 1,0$ м).

Швидкість руху води в кінці каналу $v_{\text{кан}}$ визначається з урахуванням того, що рівень води в каналі повинен бути на 0,2 м нижче дна жолоба

$$v_{\text{кан}} = \frac{q_{\text{кан}}}{B_{\text{кан}} (H_{\text{кан}} - 0,2)} = \frac{0,756}{1,0 \cdot (0,9 - 0,2)} = 1,08, \text{ м/с.}$$

Розраховуємо **втрати напору** за промивки фільтра, які складаються з таких величин:

а) втрати напору в отворах труб розподільчої системи

$$h_{\text{р.с.}} = \left(\frac{2,2}{a^2} + 1 \right) \cdot \frac{v_{\text{к}}^2}{2g} + \frac{v_{\text{вдг}}^2}{2g} = \left(\frac{2,2}{0,32^2} + 1 \right) \cdot \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{1,28^2}{2 \cdot 9,81} = 1,7, \text{ м}$$

де $a = 0,09/0,2826 = 0,32$ – відношення загальної площі всіх отворів у розподільчій системі до площі перерізу колектора;

б) втрати напору в фільтруючому шарі визначаються за формулою

$$h_{\text{ф}} = (a + b \cdot W) \cdot H_3 = (0,76 + 0,017 \cdot 14) \cdot 1,5 = 1,5, \text{ м,}$$

де $a = 0,76$, $b = 0,017$.

в) втрати напору в підтримуючому гравійному шарі висотою

$$h_{п.ш.} = 0,022 \cdot H_{п.ш.} \cdot q'_{пр} = 0,22 \cdot 0,6 \cdot 14 = 0,19 \text{ м};$$

г) втрати напору в трубопроводі $h_{тр}$, який подає промивну воду у колектор розподільчої системи:

$$h_{тр} = i \cdot l = 0,007 \cdot 100 = 0,7 \text{ м},$$

де $l = 100$ м – загальна довжина трубопроводу,

$i = 0,007$ м/м – гідравлічний ухил.

д) втрати напору на місцевій опір $h_{м.о.}$ у фасонних частинах і арматурі

$$h_{м.о.} = \sum \zeta \frac{v^2}{2g} = 2,5 \cdot \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,81} = 0,26 \text{ м}.$$

Таким чином, загальна величина втрат напору h при промивці швидкого фільтра складає:

$$h = h_{р.с.} + h_{ф.ш} + h_{п.ш.} + h_{тр} + h_{м.о.} = 1,7 + 0,19 + 0,7 + 0,26 + 1,5 = 4,35 \text{ м}$$

Вода на промивку подається з **бака**. Промивні системи розраховані на промивку одного. Об'єм промивного бака повинен забезпечувати одну додаткову промивку.

Об'єм води в промивному баку, m^3

$$W_{бака} = 0,576 \cdot 360 \cdot (1 + 1) = 414,7 \approx 450 m^3$$

Напір води для промивки фільтрів приймаємо $4,85$ м з врахуванням розрахованих втрат напору.

РОЗРАХУНОК ОЗОНАТОРНОЇ СТАНЦІЇ

Озон, як відомо, є дуже сильним окисником, якій руйнує бактерії і розчинені та завислі у воді органічні речовини. Ці властивості озону дозволяють застосовувати його не лише для її знезараження, але й для боротьби з присмаками та запахами.

Озон має ряд переваг в порівнянні з хлоруванням: він не утворює сполук, що мають неприємні присмаки та запахи, надлишок озону за кілька хвилин перетворюється на кисень, тому, на відміну від хлору, надлишок озону не погіршує якості води. Крім того, озон отримується безпосередньо на майданчику водоочисної станції, що звільняє від транспортних витрат.

Бактерицидні властивості озону були встановлені наприкінці XIX ст., але практичне використання його для знезараження води відноситься до початку XX ст. Високі технологічні показники процесу озонування зробили вельми перспективним використання озону на водопровідних станціях.

Озон, як відомо, є алотропічною модифікацією кисню: його молекули складаються з трьох атомів кисню. Знезаражуюча дія озону ґрунтується на його високій окиснювальній здатності, яка пояснюється легкістю віддавання ним активного атому кисню $O_3 = O_2 + O$.

Завдяки високому окиснювальному потенціалу озон енергійно вступає у взаємодію з багатьма мінеральними та органічними речовинами, в тому числі й з цитоплазмою бактеріальних клітин, руйнуючи їх. Озон в якості знезаражуючого реагенту діє швидше хлору у $\approx 15...20$ разів, причому доза його значно менша. Температура води, рН, каламутність та інші властивості мають значно менший вплив на ефект озонування, ніж на хлорування. Важливою перевагою озонування є те, що вода при обробці не збагачується додатковими домішками. Залишковий озон за

короткий проміжок часу розкладається й перетворюється на кисень. Тому дозування озону не потребує такої ретельності, як дозування хлору.

Озонування води призводить не лише до її швидкого знезараження, але й сприяє усуненню запахів та присмаків як природного, так і штучного походження, а також знебарвленню води за рахунок окиснення органічних домішок води. Ефективність озонування визначається природою та властивостями органічних речовин, що знаходяться у воді. Озон є також найбільш активним деканцерогеном.

В основі промислового отримання озону лежить реакція розщеплення молекули кисню на атоми з подальшим приєднанням до молекули одного атому кисню під дією тихого, напівкоронного або коронного розрядів. В практиці водообробки застосовують озонатори двох типів: трубчасті та пластинчасті. Необхідними заходами для забезпечення нормальної роботи озонаторів є підготовка повітря, його очищення та сушка. Використання озону в техніці водопідготовки потребує раціональної організації процесу змішування озоноповітряної суміші з оброблюваною водою. В сучасних установках для цього застосовують барботування або змішування в струменевих насосах.

Обробка води озоном ускладнюється його корозійною активністю. Озон та його водні розчини руйнують сталь, чавун, мідь, гуму та ебоніт. Тому всі елементи озонаторних установок і трубопроводи, по яким транспортуються його водні розчини, мають виготовлятися з неіржавіючої сталі або алюмінію.

Озон отримують у озонаторах. Принцип дії озонатора полягає у тому, що крізь поле так званого “тихого” електричного розряду пропускають кисень або повітря. Під дією розряду утворюється озон.

Озонатор складається з двох електродів, розділених невеликим повітряним прошарком, який є розрядним простором. Звичайна ширина розрядного прошарку

складає 2...3 мм. До одного електрода підводиться змінний струм напругою близько 10000 В, другий електрод заземляється. При цьому між електродами з'являється електричний розряд. Для того щоб розряд був стійким та "тихим", тобто розсіяним без іскри, у розрядний простір вводиться так званий діелектричний бар'єр, в якості якого можуть використовуватись пластини зі скла або скляні трубки.

Для виробництва озону корисно витрачається лише 10...15% електроенергії. Інша енергія переходить в теплоту, яку необхідно відводити із озонатора. Інакше ця теплота підсилює корозійні процеси в озонаторі та прискорює розклад озону ще до введення його у воду. Відведення тепла із озонаторів звичайно досягається безперервним охолодженням озонаторних трубок або пластин течією води.

Повітря, що подається в озонатори, повинно бути попередньо звільнено від вологи та пилу. Сліди вологи підвищують корозійну активність озону, змінюють характер розряду, що значно знижує показники роботи озонатора. Для уловлення пилу повітря пропускають крізь спеціальні фільтри, а для осушення – крізь адсорбери, завантажені силікагелем. Потім повітря охолоджують у теплообміннику.

Озон подається у воду через мережу розподільних каналів, вкладених по дну контактного резервуара і вкритих фільтросними пластинами.

Принципова схема роботи станції озонування

Атмосферне повітря, що забирається компресорами, подається у відділення підготовки повітря, де воно очищується і зневоднюється до необхідного ступеня. Потому повітря надходить в озонаторні котли, де під дією тихого електричного розряду здійснюється розщеплення молекули кисню на атоми з подальшим їх з'єднанням в молекулу озону. Після озонаторного котла озono-повітряна суміш

подається в контактні камери. В контактних камерах відбувається обробка води озоном методом дифузії.

Основний метод насичення води озоном – барботаж – забезпечується за допомогою пористих керамічних труб. Надлишок озону, що не прореагував, повертається за допомогою підводної турбіни. Повністю відпрацьована озono-повітряна суміш з вмістом озону до $0,001 \text{ г/м}^3$ з допомогою вентиляторів прямого викиду видаляється в атмосферу. При більших концентраціях здійснюється розведення суміші спеціальними вентиляторами в пропорції 1:5.

Основне технологічне обладнання

Озонаторні котли типу ШУАЗІ-7500, виготовлені фірмою Трелігаз (*trailigaz*) мають наступні робочі характеристики:

тип – трубчастий; кількість трубок – 558;

потужність від 3,9 до 8,3 кгО₃/год;

напруга 12...20 кВ;

частота 50 Гц;

спожита потужність 59...160 кВ·А;

максимальна витрата повітря 450 Нм³/год;

концентрація 18...20 гО₃/1 Нм³ повітря;

максимальний тиск 1 атм.;

охолоджувач – вода; витрата 45 м³/год.

Габаритні розміри котла:

довжина 3,3 м; найбільший діаметр 1,75 м; діаметри трубопроводів для повітря і води 125 мм; маса 3,4 т; вага з водою 6,3 т; матеріал корпусу – неіржавіюча сталь.

При потребі озону для первинного озонування 330 кг/добу і продуктивності 8,3 кгО₃/год необхідна кількість котлів становить:

$$N_{\text{котл}} = \frac{330}{24 \cdot 8,3} = 1,66, \text{ приймаємо 2 котла.}$$

Для вторинного озонування:

$$N_{\text{котл}} = \frac{165}{24 \cdot 8,3} = 0,825, \text{ приймаємо 1 котел.}$$

Тривалість контакту озону з водою приймаємо 8 хв. При цьому об'єм контактних резервуарів:

$$W_{\text{кр}} = \frac{82500 \cdot 8}{24 \cdot 60} = 286,5 \text{ м}^3$$

При висоті резервуара 4,8 м, розміри в плані становитимуть 6 м x 12 м, тоді глибина води: $\frac{286,5}{6 \cdot 12} = 3,98 \text{ м.}$

Кожен резервуар включає три відділення: аванкамера – для рециркуляції озону; середній коридор і збірна камера. Відповідно розміри відділень приймаємо із розрахунку тривалості перебування в них води.

Аванкамера: тривалість перебування води 1,5 хв.; довжина – 2,25 м; середня: 3 хв. – 4,5 м; збірна: 3,5 хв. – 5,25 м.

Розрахунок споруд для обробки промивних вод та осаду

З метою раціонального використання води та охорони навколишнього середовища, а також у відповідності до [1] на водоочисних станціях необхідно застосовувати повторне використання води після промивки фільтрів та обробки осаду від споруд I ступеня очистки.

Приймаємо технологічну схему обробки промивної води та осаду без регенерації шламів-коагулянтів. Технологічний процес виконується у такій послідовності.

Промивка швидких фільтрів інтенсивністю $14 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ виконується протягом 6 хв. Промивна вода надходить у відстійник. Освітлена вода після відстійника подається насосами на початок очисних споруд. Далі освітлена промивна вода разом з вихідною водою проходить повний цикл очищення.

Осад, що випав у відстійнику, періодично скидається в резервуар приймання осаду. У цей же резервуар скидається осад з горизонтального відстійника. Із резервуара приймання осаду насосами осад перекачується у осадощільнювач, де відбувається розділення рідкої та твердої фаз. Вода перекачується у відстійник промивної води, де освітлюється і подається на початок очисних споруд. Осад з осадощільнювача подається на фільтр-прес, де відбувається його зневоднення та складання у бункер. Після наповнення бункеру виконується вивантаження осаду у автотранспорт з подальшим складуванням у спеціальних накопичувачах осаду.

Резервуари-усереднювачі.

Об'єм резервуарів визначаємо відповідно до графіку надходження та рівномірного перекачування промивної води, але не менше об'єму води від однієї промивки фільтру ($272,2 \text{ м}^3$). Мінімальний об'єм резервуарів

$$W_{\text{рез}} = \frac{Q'_{\text{пр}}}{24} = \frac{5806,08}{24} = 242 \text{ м}^3.$$

Приймаємо два резервуари по 275 м³ кожен.

Відстійник промивної води.

Гідравлічну крупність завислих речовин приймаємо 0,6 мм/с.

Загальну площу відстійників F_3 , визначаємо за формулою [1, п.6.67]:

$$F_3 = \alpha \frac{Q_{\text{год}}}{3,6 \cdot U_0} = 1,3 \frac{242}{3,6 \cdot 0,6} = 146 \text{ м}^2,$$

де $Q_{\text{год}} = 242 \text{ м}^3/\text{год}$ – розрахункова витрата води.

Довжину відстійників L , (рис. 13) визначаємо за формулою:

$$L = \frac{H_{\text{сер}} v_{\text{сер}}}{U_0} = \frac{3 \cdot 12}{0,6} = 60 \text{ м},$$

де $H_{\text{сер}} = 3 \text{ м}$ – середня висота зони осідання, м;

$v_{\text{сер}} = 12 \text{ мм/с}$ – розрахункова швидкість горизонтального руху води на початку відстійника, [1, п.6.68].

Загальна ширина відстійників B_3 :

$$B_3 = F_3 / L = 146 / 60 = 2,43 \text{ м}.$$

Осадоущільнювач.

В якості осадоущільнювача приймаємо фільтр-прес стрічковий ЛМН для зневоднення осадів промислових та побутових стічних вод виробництва ВАТ “Бердичівський машинобудівний завод “Прогрес”. Продуктивність фільтр-пресу за

вихідною суспензією 20...30 м³/год; площа фільтрувальної поверхні 20 м². Кількість фільтрів приймаємо 10 шт.

Зони санітарної охорони і технічні засоби охорони

Границя першого пояса зони санітарної охорони (ЗСО) водоочисних споруд співпадає з огорожею площадки водоочисної станції і повинна знаходитись на відстані :

- від стін резервуарів фільтрованої (питної) води, фільтрів (окрім напірних), контактних освітлювачів з відкритою поверхнею води – не менш 30 м;
- від стін інших споруд і стволів водонапірних башт – не менш 15 м.

Примикання до огорожі будівель, окрім прохідних і адміністративно-побутових, забороняється.

Витратні склади для зберігання сильнодіючих отрутних речовин, наприклад хлору, необхідно розташовувати від будівель і споруд з постійним перебуванням людей і від водойм на відстані не менше 30 м.

Огорожа площадки водоочисної станції, як правило, повинна бути глухою висотою 2,5 м. Можлива глуха огорожа висотою 2 м і 0,5 м з колючого дроту або металевої сітки.

На площадках водоочисних споруд з зоною санітарної охорони першого пояса необхідно передбачати технічні засоби охорони:

- заборонена зона шириною 5 – 10 м вздовж внутрішньої сторони огорожі площадки, яка огорожується колючим або гладким дротом на висоту 1,2 м;
- тропи поряд всередині забороненої зони шириною 1 м на відстані 1 м від огорожі забороненої зони;
- стовпи-вказувачі, які позначають границю забороненої зони і встановлюються не більш ніж через 50 м;
- охоронне освітлення по периметру огорожі;

- постовий телефонний зв'язок і двостороння електродзвінкова сигналізація постів з щитом управління або караульним приміщенням.

Санітарно-захисна полоса навкруг першого пояса зони водоочисних споруд, розташованих за межами другого пояса зони джерела водопостачання, повинна мати ширину не менш 100 м.

Водопостачання та водовідведення промислового підприємства

Консультант _____

1. Вихідні дані

Кількість змін – 1.

Показник якості промивної води:

Витрата – 20 м³/добу.

Коефіцієнт нерівномірності – 1,5.

Зважені частинки – 15.

pH – 4.

Іони важких металів – Цинк.

Кількість – 10 мг/л. Склад

робочих ванн:

Технологічний процес – кадміювання.

Розчин – аміакатний.

Склад розчину - Оксид цинку– 10г/л

Хлористий амоній – 200 г/л

Борна кислота – 250 г/л Об'єм ванни – 250.

5) Частота зміни розчину – 1 раз на місяць.

2. Вибір методу очистки

Скидання іонів Цинку в міську каналізаційну мережу та у водойми обмежено гранично допустимими концентраціями (ГДК).

Таблиця 1

Назва речовини	ГДК на скид в міську каналізацію, мг/л	ГДК на скид у водойму, мг/л
Цинк	1,5 - 3	0,01

Очистка води від іонів Цинку буде здійснена іонообмінним методом (**він забезпечує високий ступінь очищення навіть при високих концентраціях**

Zn²⁺, а також дозволяє повторно використовувати цинк), оскільки реагентний метод базується на проведенні хімічних реакцій, в результаті яких утворюються важкорозчинні сполуки з яких неможливо вилучити Цинк, утворюється осад, який важко обезводити та утилізувати, а також змінюється сольовий склад споруд.

Іонообмінний спосіб очистки стічних вод характеризується високим ступенем очищення і дозволяє отримати концентрування іонів металів в регенераційному розчині. Метод іонного обміну дозволяє практично повністю видалити зі стічних вод мінеральні солі, у тому числі солі важких металів, а також вільні мінеральні кислоти або луги. Тому я надав перевагу саме іонному обміну.

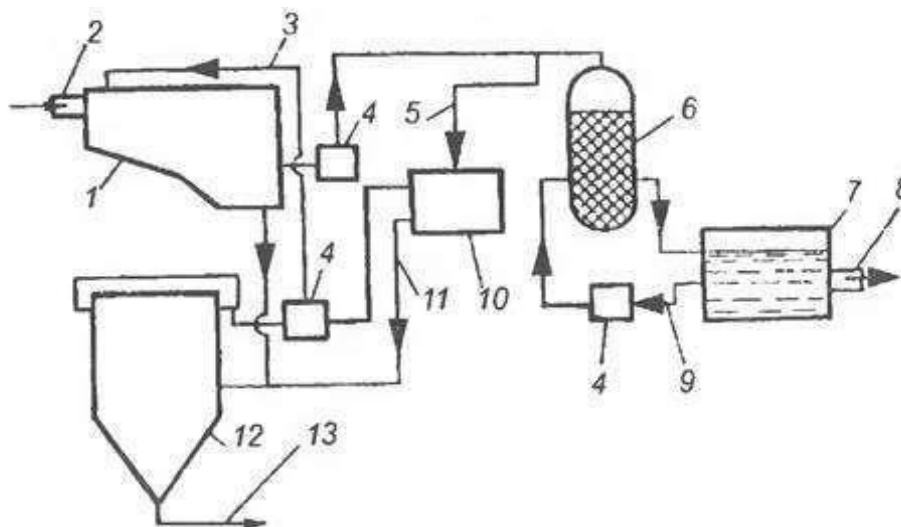


Схема очищення стічних вод з території промислового підприємства:

1- резервуар-усереднювач; 2,3,5,8,9,11,13-трубопроводи; 4-насос; 6-фільтр; 7-емність; 10-резервуар; 12-ущільнювач

Склад споруд:

1. Бак-збірник
2. Фільтр механічний
3. Фільтр сорбційний

4. Н – катіонітовий фільтр

Приймаємо реагентний метод очищення води ванн.

Склад споруд:

1. реактор для нейтралізації
2. усереднювач
3. прес – фільтр
4. розрахунок усереднювача

Для забезпечення нормальної роботи очисних споруд необхідно усереднення поступаючих стічних вод по концентрації забруднюючих речовин або по витраті води, а іноді і по обом показникам одночасно. В залежності від цих вимог визначаємо тип усереднювача.

Стічні води гальванічного виробництва надходять в одну з секцій відкритого зверху резервуара-усереднювача виробничої установки. На дні кожної секції вкладаються дирчаті труби, крізь які барботується стиснене повітря для перемішування стічних вод після заповнення ними кожної секції резервуара-усереднювача. Резервуар виготовляється з вуглецевої сталі, яка покривається кислотостійким матеріалом. Резервуар розділений перегородкою на дві рівні за об'ємом секції. Кожна з них має два патрубки з вентилями для входу та виходу очищеної води, розташовані у протилежних стінок резервуара. Заповнення стічними водами та спорожнення секцій резервуара проводять поперемінно.

Середня розрахункова витрата:

$$Q = 20 \text{ м}^3/\text{добу} - \text{добова витрата}$$

$m = 1$ - кількість змін

$t = 8$ год. –тривалість зміни

$k = 1,5$ коефіцієнт нерівномірності

$C_{\max} = 30$ мг/л (приймаємо) концентрація забруднень при циклічному скиданні;

$C_{\text{mid}} = 7$ мг/л середня концентрація забруднень у стічній воді;

$C_{\text{adm}} = 25$ мг/л (приймаємо) концентрація забруднень, яка допускається за умовами роботи наступних споруд.

Об'єм усереднювача при циклічних коливаннях при $k_{\text{av}} = 2 < 5$

Приймаємо 1 усереднювач з об'ємом 11 м^3 . Кожний з такими параметрами:

Довжина 4 м

Ширина 4 м

Висота 3 м

Розрахунок механічного напірного швидкого фільтру

Загальна площа фільтрів

$Q_{\text{п}}$ – питома витрата води на промивку одного фільтру

$$Q_{\text{п}} = q_{\text{пр}} \cdot t = 14 \cdot 7 = 84 \text{ л} \cdot \text{хв} / \text{с} \cdot \text{м}^2 = 84 \cdot 60 / 1000 = 5,04 \text{ м}^3/\text{м}^2$$

$q_{\text{пр}} = 14 \text{ л} / \text{с} \cdot \text{м}^2$ (приймаємо т.23 [1]) - інтенсивність промивки $t = 7 \text{ хв}$ (приймаємо т.23 [1]) - тривалість промивки $\tau = 0,33 \text{ год}$ (приймаємо п. 6.98 [1]) - час простою фільтру в зв'язку з промивкою.

Приймаємо 2 вертикальні фільтри т.15.1 [2] з такими параметрами

кількість шарів – 2

матеріал завантаження – кварцовий пісок

еквівалентний діаметр зерен – 0.7 - 0.8 мм

коефіцієнт неоднорідності завантаження – 1.8 - 2

об'єм завантаження – $0,97 \text{ м}^3$

площа фільтрування – $0,8 \text{ м}^2$

висота шару – 0.8 – 0.7 м

швидкість фільтрування – 8 м/год (нормальна), 9 м/год (форсована)

діаметр 1.0 м

Розрахунок катіонітового фільтру

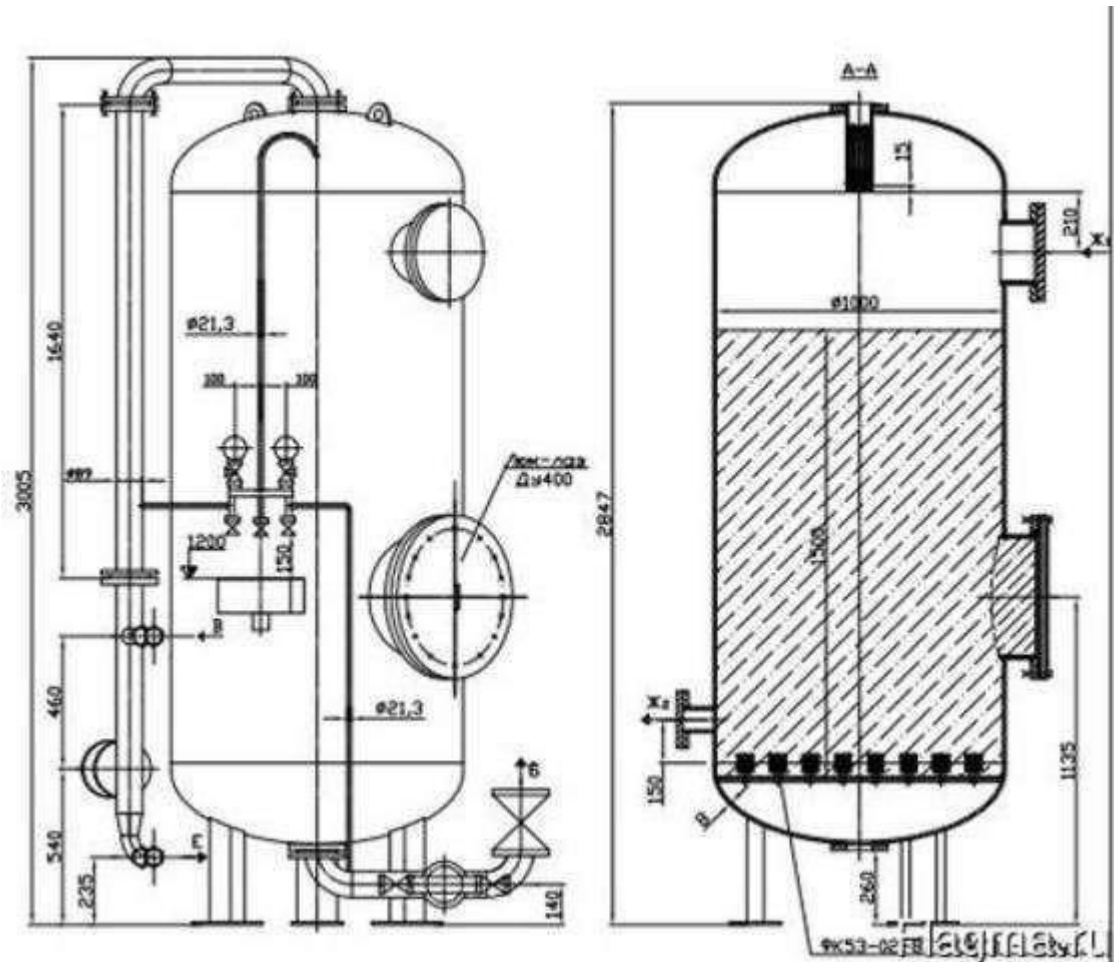


Схема Н-катіонітового фільтру

По т.21.1 [2] приймаємо катіоніт марки КБ-4.

1. Площа фільтрів

$3.75 \text{ м}^3/\text{год}$ – середня розрахункова витрата

$V_{\phi} = 10 \text{ м}/\text{год}$ (приймаємо п. 6.299 [3]) – швидкість фільтрування

2. Об'єм катіоніту п. 6.297 [3]

$E_{\text{повн}} = 1600 \text{ г} \cdot \text{екв}/\text{м}^3$ середня робоча об'ємна ємність катіоніту (приймаємо дод.7 [1])

3. Висота шару катіоніту в фільтрі ф. 91 [3] 0.42

Приймаємо 1 Н – катіонітовий фільтр ФІПа І-0,7-6 з такими параметрами:

діаметр – 700 мм

площа - 0,38 м²

висота шару катіоніту – 2 м

4. об'єм шару катіоніту – 0,41 м³

Маса – 2,1 т.

Конструкцією фільтру передбачена дренажна систем.

Обладнання для зберігання, приготування і перекачування H₂SO₄.

Витрата 100% H₂SO₄ на регенерацію 1 фільтру дод.7 ф. 9 [1]

$D_n = 90 \text{ м}^3/\text{год}$ (приймаємо) питома витрата H₂SO₄ на регенерацію

f - площа одного фільтру;

H_k - висота шару катіоніту в фільтрі;

E - робоча обмінна ємність катіоніту.

1. Об'єм баку регенераційного розчину H₂SO₄

$P_k = 8\%$ (приймаємо) відсоток H₂SO₄ в регенераційному розчині
Приймаємо 2 баки об'ємом 1 м³ кожний.

Розчин H₂SO₄ привозиться з заводу хімічної промисловості один раз в місяць в цистернах по 1.5 м³.

Визначення витрат води на власні потреби Н- катіонітової установки

1. Витрата води на рихлення катіонітового завантаження

$w = 4 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$ - інтенсивність взрихлення п.

6.302 [3] $t = 15 \text{ хв}$ – тривалість взрихлення п.

6.302 [3]

2. Витрата води на відмивку катіонітового

завантаження $q_{\text{від}} = w_{\text{від}} \cdot f \cdot h_k = 3 \cdot 0,38 \cdot 1,12 = 1,27 \text{ м}^3$

$w_{\text{від}} = 3 \text{ м}^3/\text{м}^3$ - інтенсивність відмивки п. 6.303 [3]

3. Витрата води на приготування регенераційного розчину

H₂SO₄ з $P_k = 8\%$

4. Витрата води на регенерацію Н- катіонітового фільтру, за умови

що першу половину промивної води скидають у стік, а другу використовують для рихлення завантаження і приготування регенераційної витрати

$$Q = q_{\text{взр}} + 0,5 \cdot q_{\text{від}} + q_{\text{к}} = 1,37 + 0,5 \cdot 1,27 + 1,368 = 3,37 \text{ м}^3$$

Нейтралізація розчинів промивних вод.

Реагентне господарство.

Для нейтралізації стічних вод з рН = 2,5 використовують лужний реагент – вапняне молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Маса реагенту для нейтралізації 1 гр. кислоти = 1 гр. $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Але активна частина $\text{Ca}(\text{OH})_2$ складає всього 50%, тому на 1 гр. кислоти припадає 2 гр. $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

За умовою концентрація кислоти складає 300 г/л => 600 г/л $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Оскільки об'єм ванни за умовою складає 250 л то доза вапняного молока буде:

$$M = 250 \cdot 600 = 150000 \text{ гр.} = 150 \text{ кг}$$

Розчин $\text{Ca}(\text{OH})_2$ перекачується насосом-дозатором.

Реактор для нейтралізації.

Цей реактор призначений для нейтралізації кислоти. Об'єм стандартного реактора дорівнює 1 м³.

Доза вапна визначається автоматично за допомогою рН- метра.

Характеристика реактора: [6]

Номінальний об'єм 1 м³

Індекс апарата 0091-1-0.6Г

Код ОКП 36 1554 8007-36 1554 8012

Виконання електродвигуна 4А

$D_z = 920 \text{ мм}$

$D_n = 1130 \text{ мм}$

$d = 19 \text{ мм}$

$H = 3165 \text{ мм}$

Маса 1050 кг.

Прес - фільтр

Механічне зневоднення на прес-фільтрах дозволяє отримати осад з найнижчою вологістю. Прес-фільтри рекомендовано приймати в схемах де кінцевою стадією обробки є сушка, спалення, утилізація при яких вимагається отримання осадів з мінімальною вологістю.

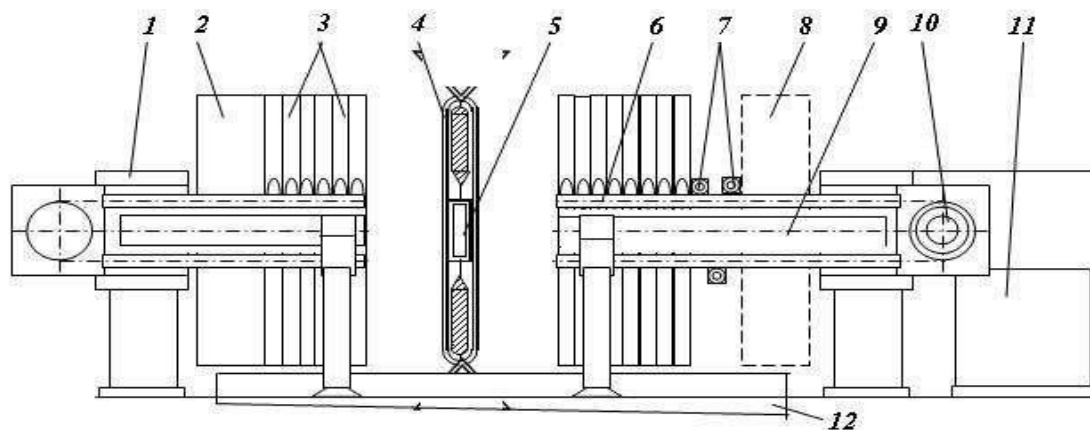


Рис. – Схема фільтр-преса.

1 – шарнірна головка; 2 – упорна плита; 3 – фільтрувальні плити; 4 – фільтрувальна тканина; 5 – гумове кільце; 6 – ланцюг механізму переміщення плит; 7 – напрямні ролики; 8 – притискна плита; 9 – опорна балка; 10 – привід ланцюгової передачі; 11 – гідропривод; 12 – жолоб для відводу фільтрату.

Кількість осаду:

$$P = q_v \cdot C = 250 \cdot 15/1000 = 3.75 \text{ кг}$$

де: $q_v = 200$ л – об'єм ванни.

$C = 15$ мг/л – середня по всій осадовій частині концентрація твердого осаду

Навантаження на фільтр:

$$q_0 = 10 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{год} = \frac{10 \cdot 1000}{3600} = 2.8 \text{ г/м}^2 \cdot \text{с}$$

1. Площа фільтра:

Приймаємо прес-фільтр ФПАКМ - 2.5 з наступними характеристиками:

1. площа поверхні фільтрування – 2.5 м^2
2. зазор між пластинами – 45 мм
3. робочий тиск – 1.2 Мпа
4. число фільтруючих плит – 6
5. ширина фільтруючої тканини – 700 – 750 мм
6. габарити – 2600x1760x2750

7. маса фільтра - 4770 кг (без обладнання), 6300 кг (з обладнанням).

Монтаж трубопроводів

Консультант _____

Вид труби – шовна

Тип труби – з

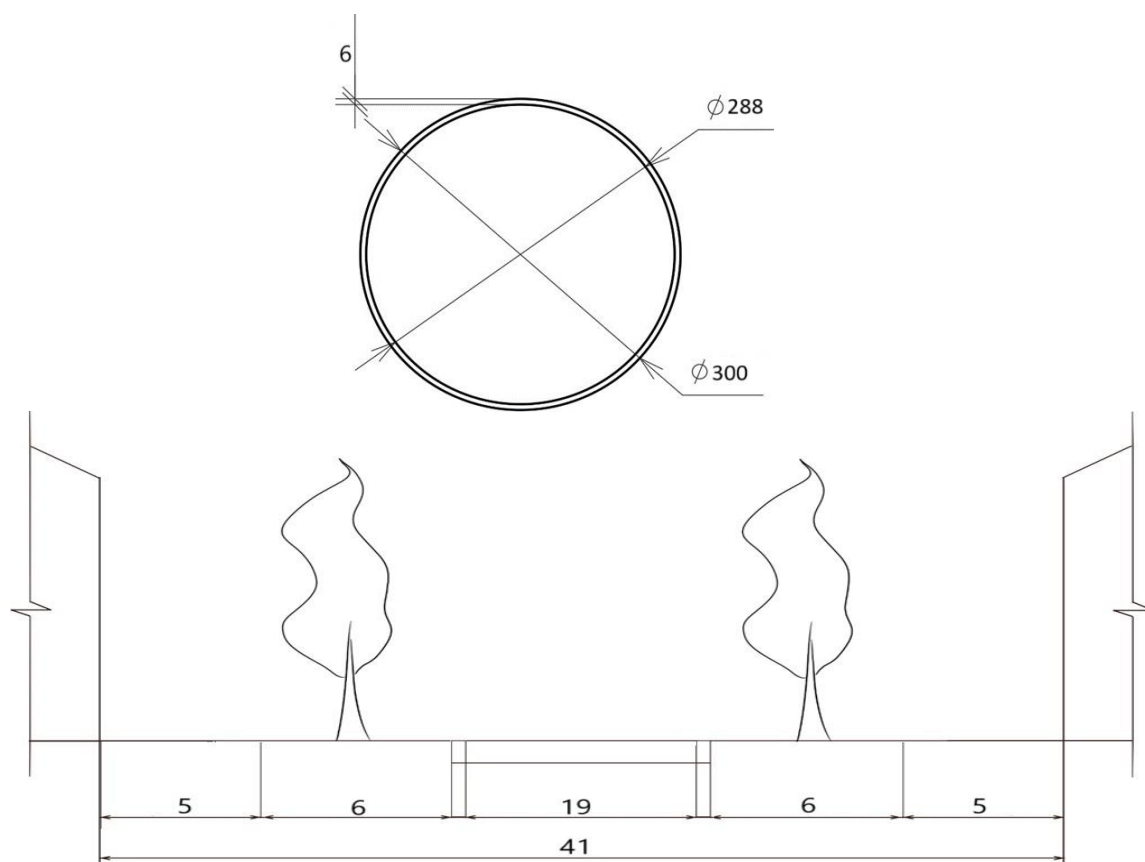
гумовими кільцями

Зовнішній діаметр

– 300 мм Довжина –

6000 мм Товщина

стілки – 6 мм



Організація будівельного майданчика, ділянок робіт і робочих місць повинна забезпечувати безпеку праці робітників на всіх етапах виконання робіт.

При організації будівельного майданчика, розміщення ділянок робіт, робочих місць, проїздів будівельних машин і транспортних засобів, проходів необхідно встановити небезпечні для людей зони, в межах яких можуть діяти небезпечні виробничі фактори. Небезпечні зони повинні бути позначені знаками безпеки. До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів необхідно віднести:

- поблизу від неізольованих струмоведучих частин електрообладнання;
- поблизу від незагороджених перепадів по висоті на 1,3м і більше;
- в місцях переміщення машин;
- в місцях де знаходяться шкідливі речовини у концентраціях вище гранично допустимих;
- в місцях над якими відбувається переміщення вантажів вантажопідйомними кранами.

Зони діючих небезпечних виробничих факторів необхідно огорожувати сталевими огорожами. Границі небезпечних зон поблизу діючих частин і робочих органів машин визначається в межах 5м.

В зоні робіт повинна бути встановлена схема руху засобів монтажу, та діючої частини, якщо вона є, та об означена дорожніми знаками.

Визначення розмірів траншеї.

Визначаємо найбільшу глибину траншеї, виходячи з профілю водопровідної мережі, $H=1$ м. ($1,8 + 0,3 = 2,1$ м) Вузлові точка №14

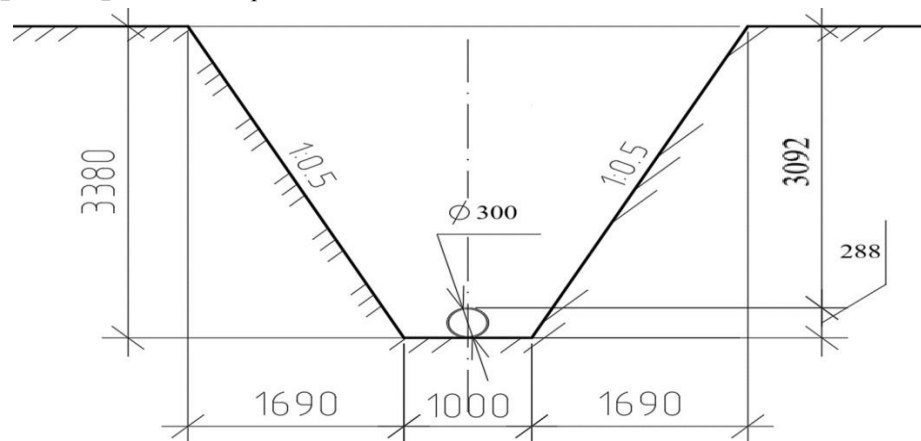
Найменша ширина траншей по дну при розробці ґрунту визначаємо по табл.

39(2) без врахування кріплень

$$B = D + 0,5 = 0,3 + 0,5 = 0,8 \text{ м.}$$

Приймаємо $B = 1$ м

Ширина траншеї $b_{тр} = B + 2mh = 1 + 2 * 2,1 * 0,5 = 3,1$ м



Найбільшу крутизну відкосів траншей і котлованів, без кріплень в ґрунтах, що знаходяться вище рівня підземних вод (з урахуванням капілярного підняття), і в ґрунтах, осушених за допомогою штучного водозниження, слід - приймати в згідно з

(4) табл. 39.2. При найбільшій глибині котловану 3,4 м у суглинках найбільша крутизна відкосів $1: m = 1 : 0,5$

Розміри приймків для монтажу трубопроводу наведені в (4) табл. 39.3.

При зварному з'єднанні сталевих труб і зовнішньому діаметрі труби 300 мм приймаємо такі розміри приймку:

довжина 1 м;

- ширина $D_0 + 1,2 = 0,3 + 1,2 = 1,5$

де D_0 – зовнішній діаметр трубопроводу;

-глибина 1,8 м.

Вибір транспортного засобу для перевезення труб і визначення кількості одночасно перевезених труб.

Для транспортування труб від заводу-виробника до монтажної площадки за обираємо автомобіль по типу, діаметру та вазі труб.

Для транспортування труб від заводу-виробника до монтажного майданчика при масі однієї труби довжиною 5м – 387,7кг. Приймаємо автомобіль КРАЗ-257:

Вантажопідйомність, т	12
Маса причепа, т	16,6
Число осей всього - ведучих	3 3
База, мм	5050
Ширина колії коліс: передніх, мм Задніх, мм	1950 1920
Двигун: тип Марка Потужність, к.с.	Дизель ЯМЗ-238 240
Розміри шин, дюйм	12-20
Розміри платформи (внутрішні): довжина Ширина, мм Висота, мм	5770 2480 825
Погрузочна висота, мм	1495
Найбільша швидкість руху, км/год	55
Витрата пального на 100 км, л	36
Основні розміри автомобіля: Довжина, мм Ширина, мм Висота, мм	9660 2650 2620
Маса (в заправленому стані), т	11,3

По типу, діаметру і вазі труб вибираємо марку транспортного засобу і визначаємо кількість одночасно перевезених труб за одну ходку.

Кількість перевезених одночасно в транспортному засобі труб розраховуємо за формулою: $N_{TR} = n_{TR} \cdot n_P$, кількість рядів труб;

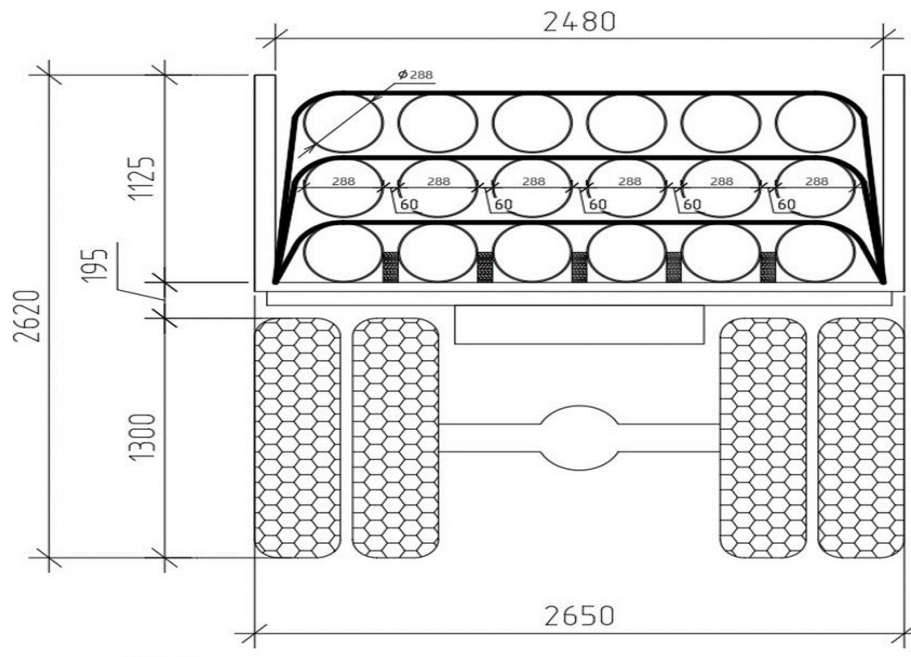
B_K - корисна ширина платформи;

d_H - зовнішній діаметр труби;

H_K - припустима висота завантаження

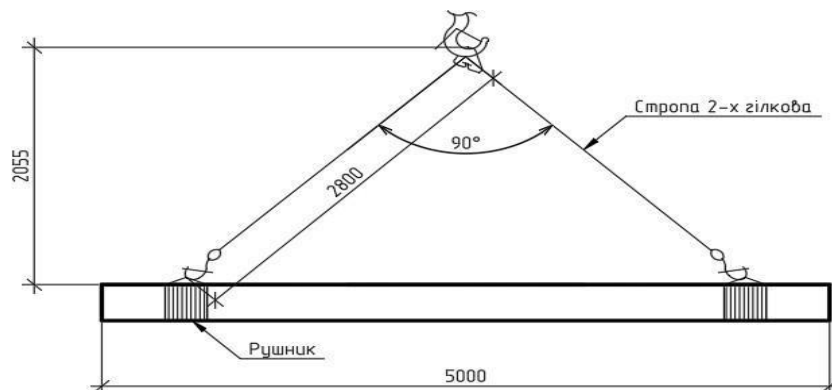
кузова, тоді $N_{TR} = 7 \cdot 4 = 28$

Схема розміщення і закріплення металевих труб при перевезенні їх на автомобілі марки КрАЗ 257.



Вибір строповочного обладнання

- для сталевих трубопроводів вибрана строповка з використанням м'яких рушників марки ПМ 321.
- Також обраний строп універсальний двохгілковий УСК-2



-

3. Вибір крана та схеми розвантаження, складування і монтажу.

Вибір крана для монтажу збірних елементів трубопроводу виконується по будівельно монтажним характеристикам – потрібній монтажній масі,

висоті підйому крюка при захваті елементів з транспортних засобів і монтажному вильоту стріли крана.

Потрібна монтажна маса:

$$Q_M \approx Q_3 \approx q_{np} \approx 0,38 \approx$$

0,28 \approx 0,66 т, де Q_3 - маса

збірного елемента;

q_{np} - сумарна маса монтажних засобів, які

підіймаються разом із збірним елементом.

Потрібна висота крюка при захваті збірних елементів з транспортного засобу визначається за формулою:

$$H_6 \approx H_{zc} \approx 0,5 \approx d_3 \approx h_{np} \approx h_n \approx 2,245 \approx 0,5 \approx 0,3 \approx 3,1 \approx 1,5 \approx 7.645 \text{ м,}$$

де H_{zc} - висота від рівня стояння крана до відмітки горизонту складування на транспортному засобі;

0,5 м – мінімально необхідна відстань від горизонту складування до низу піднятого елемента;

- діаметр зовнішній;

- висота захватних приладів;

h_n - висота монтажного поліспада крана при максимально піднятому крюку.

При прокладанні трубопроводів з коротких трубних заготовок потрібний монтажний виліт стріли крана буде дорівнювати

b - ширина траншеї по дну;

h - глибина траншеї;

m - коефіцієнт закладання відкосів;

$B_{кр}$ - ширина ходового пристрою крана – база крана.

При визначені значення $1,2mh$ повинна виконуватись умова: $1,2mh \approx 1,212 \approx 1\text{м}$ Відстань від осі руху крана до вісі по якій переміщується транспортний засіб,

котрий підвозить труби, і на якій встановлюється місце їх стоянки при

розвантаженні:

$$l_{тр} \square D \square 0,5 \square 0,5 B_a \square 1,9 \square 0,5 \square 0,5 \square 2,45 \square 3,625 \text{ м,}$$

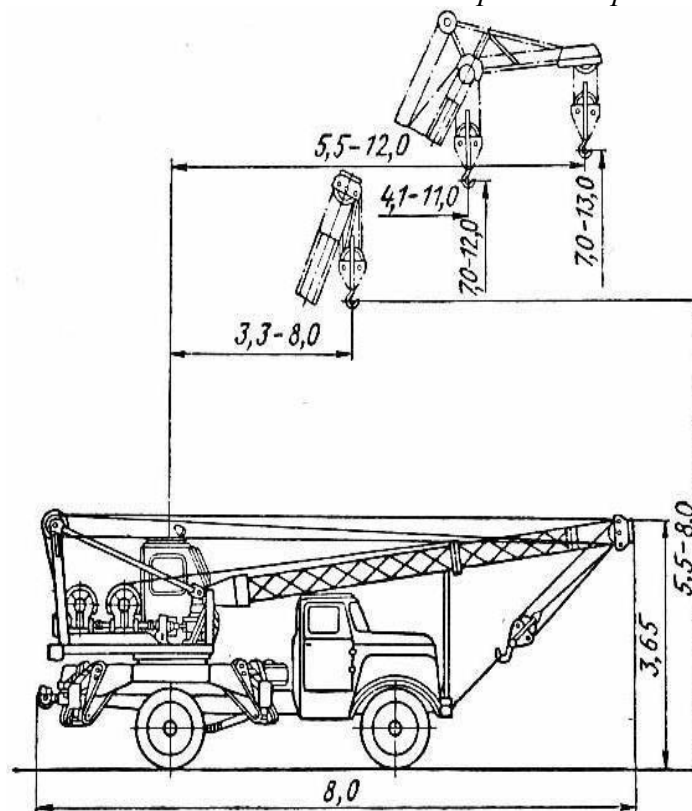
де D – відстань від осі повороту крана до зовнішньої площини її

хвостової частини;

B_a – ширина автомобіля.

Для розвантаження труб з транспортного засобу, їх складування та вкладання в траншею (монтажу) обираємо автомобільний стріловий кран марки КС-2561 з наступними технічними характеристиками наведеними в табл..8.

Технічні дані автомобільного стрілового крана



Автокран КС 2561

Базовий транспортний засіб	ЗиЛ-130
Потужність шасі базового автомобіля, кВт	110
Стрілкове обладнання:	
основне :	Невисувна / Висувна стріла
змінне :	З подовженою стрілою; с гіськом
Довжина основної стріли, м	8
Виліт стріли (найменший - найбільший), м	3,3-7
Максимальний підйом крюка, м	7-13 м

Вантажопідйомність при вильоті (найменший - найбільший), <i>m</i> :	
на виносних опорах	6,3-1,9
без виносних опор	1-0,3
Вантажопідйомність при русі, <i>m</i>	1,6
Швидкість підйому (опускання) вантажу, <i>m/хв</i> :	
Найбільша	13
найменша	0,4
Швидкість, <i>об/хв</i>	0,1-2,5
Швидкість зміни вильоту, <i>m/хв</i>	11
Габаритні розміри в транспортному положенні, <i>m</i> :	
Довжина	8,35
Ширина	2,45
Висота	3,33
Вага крана, <i>t</i>	9,25

4. *Монтаж трубопроводу*

Монтаж сталевого трубопроводу може здійснюватися шляхом укладання окремих труб з приварюванням їх в траншею або укладання трубних ланок, з попередньою їх збіркою по краю траншеї. Рішення про спосіб монтажу трубопроводу приймається в ППР в залежності від конкретних умов будівництва, наявності вантажопідйомних механізмів і т.д У роботі прийнятий монтаж окремими трубами з зварюванням їх в траншеї. (прямки передбачені)

Розбивка траси трубопроводів у плані і по профілю

Перед початком земляних робіт розбивають трасу трубопроводу по місцевості. Положення осі траси надійно закріплюють знаками, які забезпечують можливість швидкого і точного виконання робіт. Розбивку траси трубопроводу виконують з дотриманням наступних вимог:

- вздовж траси повинні бути встановлені репери;
- розбивочні вісі і вершини кутів повороту траси повинні бути закріплені і прив'язані до постійних об'єктів на місцевості;
- перетини траси водопроводу з існуючими підземними спорудами повинні бути відмічені на поверхні землі особливими знаками;
- місця розміщення колодязів повинні бути відмічені стовпчиками, встановленими в стороні від траси.(на стовпчику вказується

номер і відстань від нього до осі)

- розбивка траси повинна бути оформлена актом з додаванням відомості кутів поворотів і прив'язок.

При виконанні робіт будівельна організація повинна забезпечити зберігання всіх розбивочних і будівельних знаків.

Для розбивки траси трубопроводу по профілю використовують обноски з нерухомими візирками, що встановлюються у місцях розміщення колодязів, і на вершинах кутів повороту. Довжина ходової візирки приймається кратною 0,5м для зручності візирування. На верхньому ребрі обноски по осі забивають цвях, який служить для провішування осі трубопроводу і для визначення центру колодязя.

Прокладання труб слід починати з ділянок низького профілю.

Укладання труб уздовж заданого ухилу здійснюється за допомогою обрешітки з нерухомими прицілами і ходовими прицілами (див. рис.2 і рис.3).

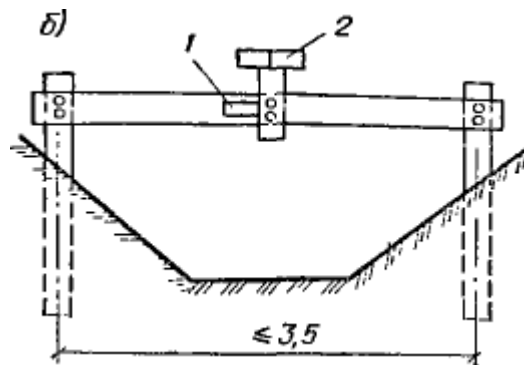
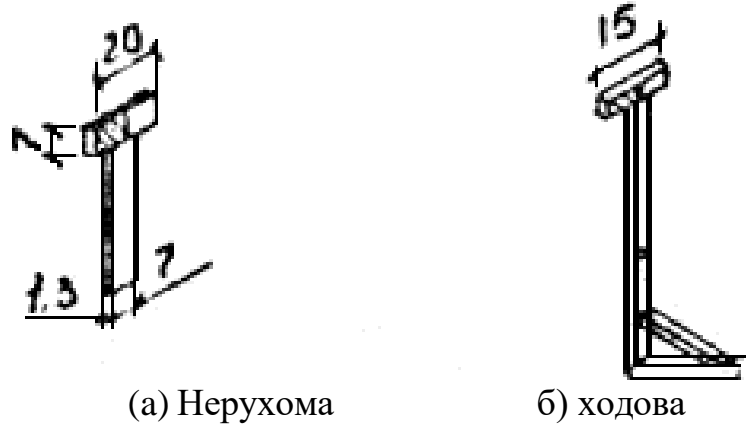


Рис.5 Обрешітка

(а) Для траншей з відкосами

1 – обрешітка 2 – полиця 3 – нерухома візирка

Рис.6. Візірки



Обрешітку встановлюють в місцях розташування колодязів і в поворотних точках траси.

Мітки для укладання труб виходять з полиць, закріплених на обрешітці строго горизонтально за рівнем.

Довжина прицілу приймається кратною 0,5 м для зручності візування;

Довжина нерухомого прицілу береться таким чином, щоб висота від лотка труби до верхнього краю прицілів в двох змінних колодязях була однаковою і дорівнювала довжині ходового прицілу.

Встановлюючи ходовий приціл в будь-якій точці траншеї між нерухомими прицілами, лінію візування оглядають по трьох прицілах, перевіряючи таким чином правильність прокладки кожної труби (див. рис.

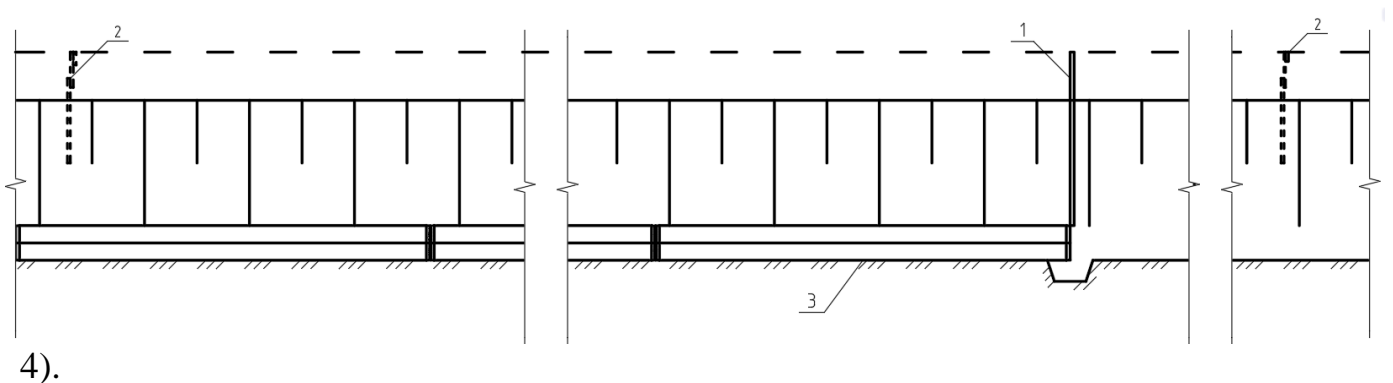


Рис.7. Схема укладання труб за допомогою ходових і нерухомих візірок

1 – Ходова візирка 2 – Нерухома візирка 3 - Прокладання трубопроводів Вісь траси розміщується на смугах і проектується на дні траншей.

Щоб уникнути нерівномірного осідання, кожна труба повинна спиратися на непорушений ґрунт по всій довжині. Використання будь-яких трубних прокладок для вирівнювання не допускається.

При прокладанні трубопроводів на прямій ділянці траси з'єднані кінці сусідніх труб повинні бути відцентровані так, щоб ширина розтрубної щілини була однаковою по всій окружності.

Прокладання напірних трубопроводів по пологій кривій без застосування фітингів допускається для розтрубних труб з стиковими з'єднаннями на гумових ущільнювачах з кутом повороту в кожному стику не більше 2° для труб номінальним діаметром до 600 мм і не більше 1° для труб номінальним діаметром більше 600 мм. щоб гумове кільце не виходило з гнізда на зовнішній стороні витка.

У місцях зміни напрямку осі трубопроводу в горизонтальній або вертикальній площині повинні бути влаштовані упори.

При використанні ґрунту для спорудження упору підпірна стінка траншеї повинна бути з непорушеною структурою ґрунту.

Зазор між трубопроводом і збіркою частиною бетонних або цегляних упорів слід щільно заповнити бетонною сумішшю або цементним розчином.

Торці труб під час перерв у укладанні повинні закриватися заглушками або дерев'яними заглушками

Перетин трубопроводів з підземними комунікаціями

Підземні комунікації і споруди повинні бути нанесені робочих кресленнях з вказанням висотних відміток і відстаней в плані до осі трубопроводу. Перед початком робіт розміщення цих перешкод уточнюється будівельниками і закріплюється спеціальними знаками.

Розробка траншей і котлованів в безпосередній близькості і нижче рівня закладання фундаментів існуючих споруд, а також діючих підземних комунікацій повинна проводитись лише при умові прийняття заходів проти осідання цих споруд. При перетині траншей з діючими підземними комунікаціями розробка ґрунту механізованим способом дозволяється на відстані не менш 2м від бокової стінки і не менш 1м над верхом труби.

Ґрунт, що залишається після механізованої розробки, до розробляється вручну.

Водопровідні трубопроводи при перетині з каналізаційними вкладаються вище вище на 0,4м, причому водопровід повинен бути з сталевих труб, якщо він чавунний то труби повинні бути прокладені у сталевому кожусі.

Перетин виконується під прямим кутом. При паралельному прокладанні водопровідних і каналізаційних трубопроводів на одному рівні відстань між стінками труб повинна бути не меншою 3м при діаметрі більше 200мм.

Дворові каналізаційні мережі прокладаються вище водопровідних без влаштування кожухів на відстані між стінками труб по вертикалі не менше 0,5м.

Відстань між стінками кількох каналізаційних трубопроводів в одній траншеї становить не менше 0,4м. При паралельному прокладанні водопровідних ліній відстань між ними приймається при діаметрі до 300мм.

Підготовка основи

Водопровідні і каналізаційні труби, якщо проектом непередбачена штучна основа, слід укласти на природній ґрунт непорушеної структури, забезпечуючи щільне прилягання до основи.

Укладання трубопроводів

Перед укладанням труб необхідно перевірити відповідність з проектом відміток дна, ширини траншеї, закладання відкосів, підготовка основи.

Черговість робіт по прокладанню трубопроводів повинна відбуватись у такій послідовності:

- днища колодязів і камер влаштовують до опускання труб;
- стінки колодязів зводять після укладки труб;
- лотки в каналізаційних колодязях влаштовують після укладки труб

і зведення стінок колодязів;

- фасонні частини і арматуру встановлюють одночасно з укладкою труб;
- гідранти, вантузи і запобіжні клапани встановлюють після

випробування трубопроводів.

Тупікові відгалуження напірних трубопроводів слід закріплювати упорами. В місцях зміни напрямку трубопроводу в горизонтальній площині упори встановлюють з зовнішньої сторони кута повороту.

Безпосередньо після укладки трубопроводу в траншею м'яким ґрунтом засипаються і підбиваються приямки та пазухи, а потім засипають траншею на 0,5м вище верху труби з розрівнюванням ґрунту шарами та з ущільненням ручними та навісними електротрамбовками.

Операції по монтажу окремих труб в траншеї виконуються в такому порядку:

- 1) стропування труби і подача її в траншею повноповоротним краном;
- 2) з'єднання труб з раніше укладеними, центрування стику і прихватити електрозварюванням;

При складанні стику за допомогою прихваток їх повинно бути 1-2 для труб діаметром до 100 мм, 3-4 для труб діаметром 100-426 мм.

Для діаметра труби 325 мм , приймаємо 4 прихватки.

Прихватки рівномірно розташовані по периметру стику. Довжина однієї прихватки, мм: 20-40 для труб діаметром 100-426 мм

- 3) перевірка проектного положення труб по вертикалі і горизонталі, розстроповка труб, підбивка ґрунта біля вкритої в траншею труби

4) Зварювання нерухомого з'єднання.

Перед складанням і зварюванням сталевих труб необхідно:

1) оглянути і очистити їх зсередини і зовні від бруду, снігу, льоду, масел і сторонніх предметів;

2) Розправте кінці труб. Кінці труб з зазубринами або фасками глибиною більше 5 мм слід підрізати. Ділянки труб з вм'ятинами більше 3,5% діаметра труби або з розривами повинні бути вирізані;

3) Очистіть краї та прилеглі внутрішні та зовнішні поверхні труб до ширини не менше 10 мм.

Труби для зварювання слід з'єднувати за допомогою центраторів (ручних зовнішніх або гідравлічних внутрішніх), домкратів, роликів опор або інших пристосувань, що забезпечують взаємне співвісне розташування кромки.

При складанні з'єднань труб без опорного кільця зміщення кромки не повинно перевищувати 20% товщини стінки, але не більше 3 мм.

Труби діаметром понад 100 мм, виготовлені поздовжнім або спіральним зварюванням, слід збирати зі зміщенням швів суміжних труб не менше ніж на 100 мм.

При монтажі трубопроводів зі сталевих труб необхідно дотримуватись таких загальних правил:

(1) Зварні шви повинні розташовуватися на відстані не менше 0,3 м від зовнішньої і внутрішньої поверхонь камери, через яку проходить трубопровід, а також від краю обсадної труби;

2) з'єднання кінців труб, що з'єднуються, і ланок трубопроводів повинно проводитися шляхом вставки «змійовика» довжиною не менше 200 мм, якщо зазор між ними більш ніж допустимий; відстань між окружним зварним швом трубопроводу і швом труб, приварених до трубопроводу, має бути не менше 100 мм.

Способи зварювання, а також види, конструктивні елементи і розміри зварних з'єднань сталевих трубопроводів повинні відповідати вимогам ГОСТ 16037-80.

Зварювальники допускаються до зварювання з'єднань трубопроводів за наявності документів на право виконання зварювальних робіт відповідно .

Влаштування водонепроникного ущільнення

Поверхня ізолюваного трубопроводу перед нанесенням ґрунтовки повинна бути очищена від бруду, іржи та пилу. Ґрунтовки наносять на суху поверхню тонким шаром одразу після очистки трубопроводу. Шар ґрунтовки повинен бути рівномірним, без пропусків, згустків, підтіків, пухирів.

Бітумні ґрунтовки виготовляють з бітуму, шляхом його розчинення в бензині в співвідношенні 1/3 по об'єму або 1/2 по масі.

Бітумну мастику наносять на трубопровід в гарячому стані на ґрунтовку що висохла.

Зовнішній шар з паперу, брізолу, гідроізолу та інших матеріалів слід накладати на гарячу мастику з нахлестом витків 2...3 см; шар повинен щільно прилягати до покриття – без порожнин, зморшок та складок. Кінець обмотки повинен бути перекритим початком слідувочної стрічки на довжину не менш ніж 10 см та закріплюватися мастикою. Внутрішні обгорточні шари дозволяється накладати без нахлесту, при цьому зазор між витками допускається не більш ніж 5 мм.

Як правило, ізоляція стиків виконується тими ж матеріалами, що і ізоляція трубопроводів. Ізоляція стиків полімерними клейкими стрічками дозволяється на трубопроводах, які за ізолювані іншими матеріалами.

5. Технологія монтажу колодязів із збірних залізобетонних елементів.

Монтаж арматури і збірних елементів колодязів здійснюється автомобільними або гусинічними кранами.

Строповку і підйом елементів колодязя проводять чотирьохгілковими стропами.

Днище колодязя слід влаштувати до укладання труб, стіни і перекриття монтувати після закінчення монтажу фасонних частин і запірної арматури.

На підготовлену основу за допомогою крану вкладається збірна залізобетонна плита днища колодязя з вивіркою відмітки і осі днища колодязя по візирці і нівеліром з рейкою.

Вкладається перше кільце з отворами для трубопроводів.

Після вивірення правильності влаштування кільця вкладаються сумісні з ним труби і тільки після цього виконується монтаж інших кілець, заробка труб в проїмі стіни колодязя, а також влаштування упорів.

З'єднання збірних елементів проводиться цементно – пісковим розчином М100. Шви затирають з зовнішньої і з внутрішньої сторони також цементно – пісковим розчином.

Верх люка колодязів встановлюється не вище 2 см над поверхнею мостової чи вище 5 см при її відсутності. Встановлення верха люка на проектну відмітку досягається вкладанням регулюючих каменів.

Пазухи колодязів повинні засипатися місцевим ґрунтом з нормативними характеристиками, відповідним проекту, з рівномірним ущільненням при оптимальній вологості по периметру шарами 0,2 – 0,3 м ручними пневмотрамбовками.

Ущільнення ґрунту повинно виконуватись до об'ємної ваги скелета ґрунту не менше 1,6 – 1,7 т/м³.

б. Визначення будівельно монтажних елементів колодязя.

По глибині закладання трубопроводу в місті влаштування колодязя визначають робочу висоту колодязя. Для водопровідних труб загальна висота колодязя визначається за формулою: $H_k \square h \square h_z \square h_{nl} \square 2.1 \square 0,35 \square 0,1 \square 2,55\text{м}$

де $h \square 1.8$ м - глибина закладання труби в місті влаштування колодязя (відстань від лотка до поверхні землі);

h_3 - величина зазору між нижньою площиною труби та плитою днища (приймається не менш 350 мм);

$h_{пл}$ - товщина плити днища (приймається 100 мм при діаметрі $d_{пл} \leq 2000$ мм).

По загальній висоті колодязя, діаметру трубопроводу і встановленої в колодязі арматури визначаємо діаметр колодязя і висоту робочої частини.

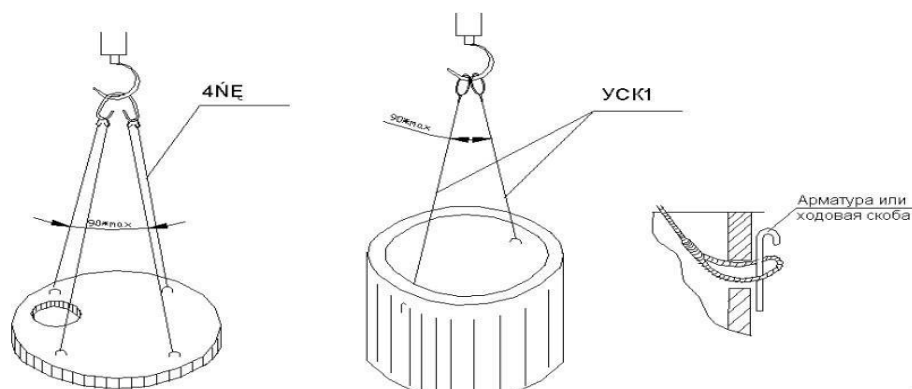
Для водопровідних труб діаметр і робоча висота колодязя визначається з врахуванням допустимих величин зазору між трубами, стиками і арматурою та внутрішньою площиною колодязя $\square 1 \square$.

Для водопровідних труб діаметр колодязів: при діаметрі труб до 600 мм – діаметр колодязя 1000 мм.

Якщо діаметр колодязя 1 м робоча частина визначається, а в верхній частині влаштовується перехідний конус, на який закріплюється люк.

Після визначення загальної висоти колодязя і діаметра за довідником $\square 1 \square$ знаходять кількість та розміри елементів колодязя, які заносимо в табл.10.

Схема строповки елементів колодязя

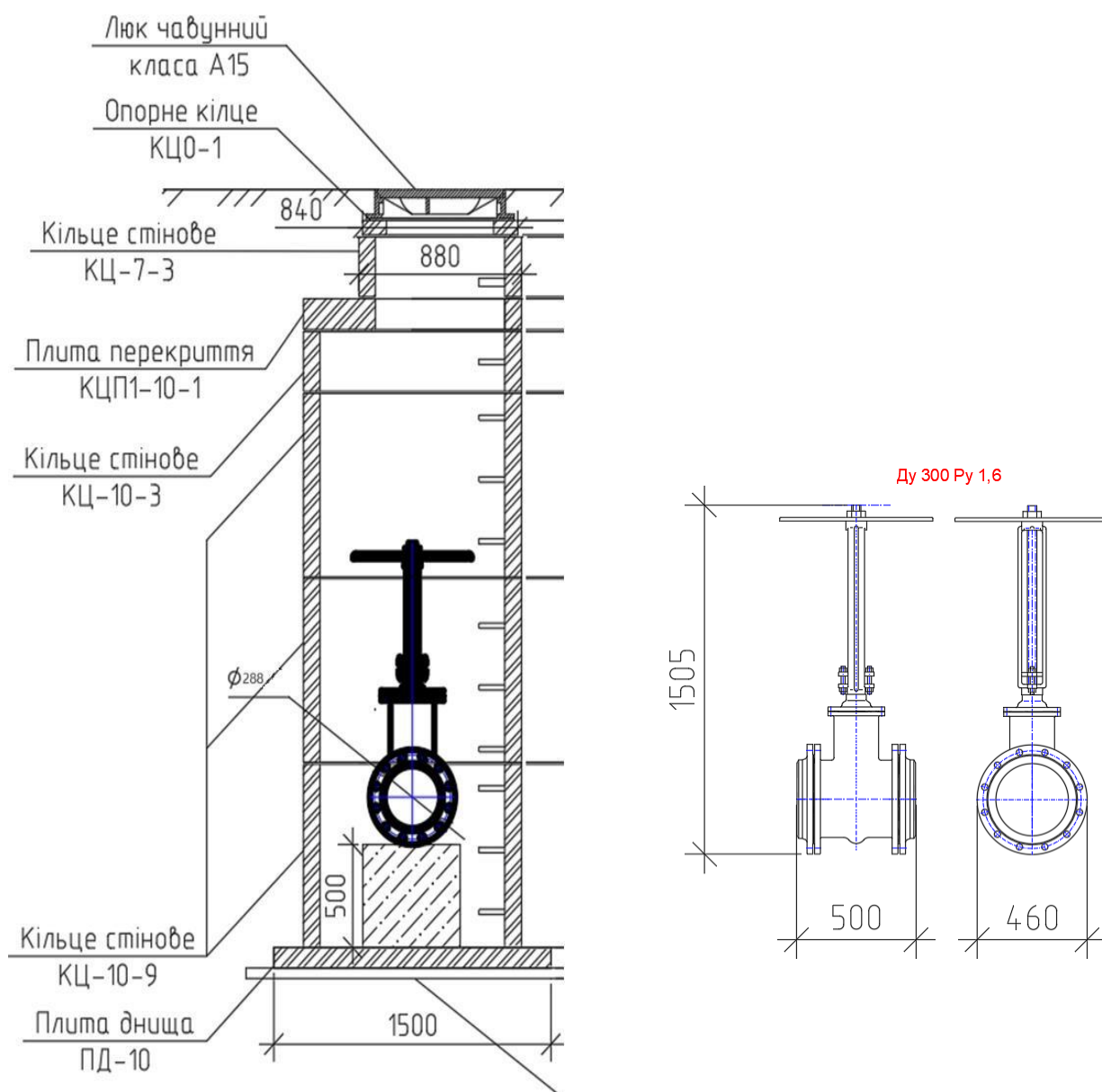


Розміри елементів колодязя

Табл.10.

Назва виробу	Марка виробу	Внутрішній діаметр виробу, мм	Зовнішній діаметр виробу, мм	Висота стінок кілець, мм	Товщина виробів, мм	Маса, кг
Плита днища	ПД-10	-	1500	100	-	450
Дорожня плита	КЦО-1	580	840	70	-	50
Кільце стінове	КЦ10-9 КЦ10-9 КЦ-10-9 КЦ-10-3 КЦ-7-3	1000	1160	890	80	600
		1000	1160	890	80	600
		1000	1160	890	80	600
		1000	1160	890	80	600
		700	860	300	80	130
Плита перекриття	КЦП1-15	700	1680	150	80	680

Схема елементів колодязя і трубопроводів Вузлова точка №15 (найглибша)



Фасонні частини – засувка чавунна

Ду 300 L= 500 мм; В= 460 мм; Н= 1505 мм; m=242 кг.

Внутрішні габаритні розміри колодязя визначають виходячи з того, що загальна довжина засувки і подвійна довжина патрубку (для неметалевих повинні бути в цілому на 400-500 мм менше внутрішнього діаметра свердловини з кожного боку

$$B = L + L_{\text{last}} = 460 + 500 = 960 \text{ мм.}$$

Отже, прийнятий діаметр колодця – 1000 мм

Вибір крану для монтажу колодязів

Схему організації робіт для влаштування колодязів розробляють з урахуванням попередньої розкладки елементів колодязів на бровці траншеї або „з колес”. При цьому враховують наступне. Відстань між краном і найближчим елементом приймається 1 м, відстань між елементами – не менш 0,5 м. Зупинку крана слід назначати на осі колодця.

По найвіддаленішому від крану елементу колодця графічно визначають максимальний радіус захвату елемента R_{max} .

На другому етапі знаходять радіус монтажу $R_{\text{роб}}$. Визначають найбільший з радіусів і по максимальній масі елементів колодця перевіряють характеристики підбраного крану для монтажу колодязів.

Монтажна маса елемента: $Q_m \leq Q_e \leq q_{np} \leq 0,95 \leq 0,15 \leq 1,1\text{т};$

Висота підйому крюка: $H_e \leq H_{zc} \leq 0,5 \leq h_e \leq h_{np} \leq h_n \leq 1,495 \leq 0,5 \leq 1,0 \leq 1,5$

$\leq 1,5 \leq 5,995 \text{ м};$ Монтажний виліт стріли крану: $l \leq B_k \leq 1,2mh \leq B_{кр} \leq 3,5 \leq$

$1,2 \leq 0,5 \leq 3,83 \leq 2 \leq 5,1\text{м};$

Мінімальна відстань між зупинкою крана і віссю руху транспортних засобів: де h_e - висота робочого елемента;

B_k - ширина котловану поверху колодця;

D - відстань від осі повороту крану до максимального габариту.

Для монтажу колодязів можна використати автомобільний кран КС-2561, який ми використовуємо для монтажу трубопроводу, технічні характеристики якого наведені в табл.8.

Монтаж арматури і збірні елементи колодця здійснюється автомобільним краном.

Стропування і підйом елементів колодязя проводять чотирьохгілковими стропами.

Зачистка дна котловану і влаштування піщаної підготовки відбувається вручну.

Днище колодязя необхідно влаштувати до укладки труб і монтажу фасонних частин, а стіни і перекриття монтувати після закінчення монтажу фасонних частин і запірної арматури. Фасонні частини і засувки, розміщені в колодязі, встановлюють одночасно з укладкою труб, а гідранти, вантузи і запобіжні клапани – після випробування трубопроводу.

На підготовлену основу за допомогою крану вкладається з/б плита днища колодязя з вивіркою відмітки і осі днища колодязя.

Вкладається перше кільце з отворами для трубопроводів.

Після вивірки правильності установки кільця вкладаються труби з фасонними частинами і тільки після цього проводиться монтаж інших кілець, за чеканка труб в отворі стінки колодязя, а також влаштування упорів.

Пазухи колодязів засипаються місцевим ґрунтом з рівномірним ущільненням при оптимальній вологості шарами 0,2-0,3м ручними пневмотрамбовками.

Ущільнення ґрунту повинно проводитись до об'ємної ваги не менше 1,6-1,7т/м³.

7. Гідравлічне випробування трубопроводу

Випробування напірного трубопроводу

Випробування напірного трубопроводу ведеться по захваткам 1000м в такий послідовності (рис. 46):

- настанова заглушек;
- влаштування тимчасових упорів;
- приєднання діючої (спресованого) ділянки трубопроводу до випробовуемого і до опресовочного агрегату (пресу);
- попереднє випробування трубопроводу;

- огляд трубопроводу з відміткою дефектних місць;
- усунення виявлених дефектів;
- останнє випробування трубопроводу (після засипання траншей);
- промивка трубопроводу;
- наповнення трубопроводу хлорною водою;
- вторинне промивання трубопроводу.

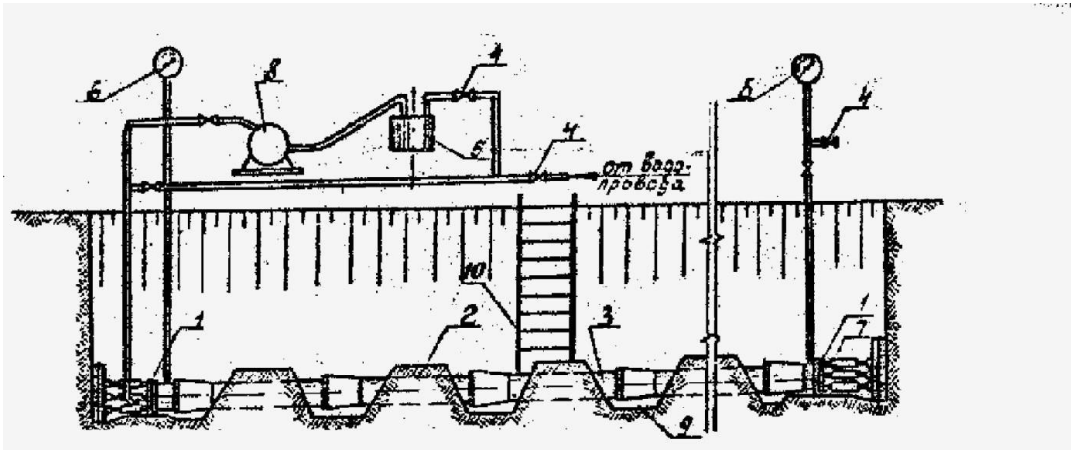


Рис. 46. Схема гидравлического испытания напорных трубопроводов:

1. - заглушки; 2 - присыпка труб грунтом; 3 - испытуемый трубопровод;
 4 - вентили; 5 - мерный сосуд; 6 - манометры; 7 - гидравлические домкраты
 или винтовые распорки; 8 - насос; 9 - прямая; 10 - лестница для спуска

Кінці ділянки трубопроводу перед гідравлічним випробуванням герметично закриваються заглушками, стикові з'єднання яких рекомендується приймати такими ж, які на основному трубопроводі. Для заглушок можуть бути використані сталеві єднальні патрубкі, призначені для монтажу фасонних частин і арматури. При використанні сталевих патрубків в якості заглушок на вільному кінці патрубка повинен бути приварено глухий фланець з патрубками із газових труб, для наповнення трубопроводу водою і випуску повітря. Для труб з муфтовими стиковими сполученнями може бути застосована заглушка з використанням муфти і гумових кілець. В місцях настанови гідрантів, вантузів і клапанів встановлюються глухі фланці (заглушки). В заглушках на всіх підвищених місцях трубопроводу

передбачаються патрубки з вентилями для вилучення з трубопроводу, повітря при наповненні його водою.

На кінцях трубопроводу і його відхилень, закритих заглушками, до початку іспитів встановлюються тимчасові упори для сприймання впливу води на заглушки, при підйомі в трубопроводі тиску, що виникає. При іспиті сталевих трубопроводів заглушки приварюються до кінців трубопроводу та потреба у влаштуванні упорів відпадає.

Для приєднання опресовочного агрегату до трубопроводу використовуються сталеві трубки діаметром 1/2 дюйму. Наповнення трубопроводу водою виконується з пониженої ділянки з тим щоб забезпечити найкращі умови для вилучення повітря з трубопроводу.

Попереднє випробування трубопроводу виконується при оголених стикових з'єднаннях у частково засипаній траншеї. При попередньому випробуванні трубопровід тримають під випробувальним тиском не менше 10 хв, після чого тиск знижується до робочого і виконується огляд трубопроводу. При необхідності для підтримки гідравлічного тиску (випробувального або робітничого) виконується підкачка води. В показання манометру повинна бути внесена поправка на перевищення місця встанови манометру над самим низьким місцем трубопроводу.

Де h - різниця відміток манометру і самого низького місця ділянки трубопроводу;

10 - висота стовпа рідини, рівна 1 атм.

Трубопровід вважається попередньо випробуваним, якщо в ньому під впливом випробувального тиску не відбудеться розірвання труб і фасонних частин, і також порушення стикових з'єднань, а під робочим тиском не буде витоку води.

Дефекти трубопроводу в місцях, засипаних ґрунтом, виявляються по зволоженню ґрунту або по виливу води з-під труби в місцях стиків.

В випадку відкриття на трубопроводі неприпустимих дефектів останні повинні бути усунені, після чого трубопровід необхідно підвергнути на попереднє випробування повторно.

Усунення виявлених дефектів виробляється декількома засобами. При порушенні герметичності стикового сполучення (розтрубного) трубопроводу у випадку, коли по характеру течії неможливо визначити точне розташування дефектного місця, ремонт останнього здійснюється шляхом додаткового гумового кільця на все коло стику або відрізка гумового шнуру на дефектне місце.

Для визначення величини витіку при випробуванні трубопроводу на щільність виконується наступне:

А) випуском води знижують в трубопроводі випробувальний тиск настільки, щоб стрілка манометру знизилася на одне ділення шкали. Цей тиск, найближчий до випробувального, вважають початковим, а час T_1 , коли стрілка манометру показує початковий тиск, вважають початком випробування на витік. В початку випробування відзначають рівень води в мірному бачку;

Б) якщо за 10 хв стрілка манометру знизиться не менше ніж на два ділення його шкали, але показання манометру не стало нижче робітничого тиску, то на цьому спостереження за показаннями манометру закінчують;

В) підкачкою води з мірного бачка піднімають тиск вище початкового, але не більш випробувального і випуском води назад в мірний бачок встановлюють початковий тиск, відзначаючи час T_2 . Замірюють рівень води в мірному бачку. Різниця рівнів в мірному бачку в моменти T_1 і T_2 визначає обсяг води, що потрібна для відновлення тиску в трубопроводі. Витік води з трубопроводу де $T = T_1 - T_2$ - час від початку випробування на витік до моменту повернення стрілки манометру в первісне положення, хв.; b - коефіцієнт, що приймається рівним 1, при падінні тиску не більш ніж на 20% від випробувального і рівним 0.9 при падінні тиску більш ніж на 20% від випробувального.

Якщо на протязі 10 хв. тиск впаде нижче робітничого, то трубопровід визнається невиконаним випробування і визначення обсягу Q води, вимагаючої для відновлення в ньому тиску, не виконується. Якщо на протязі 10 хв. стрілка манометру знизиться менш ніж на два ділення його шкали, належить продовжувати спостереження за падінням тиску до тих пор, доки це не буде досягнуте. Тривалість спостереження при цьому не повинна бути більш $1/24$ попереднього витримання трубопроводу. Якщо по закінченні цього періоду часу величина падіння тиску виявиться недостатньою, то її слід збільшити до необхідної, скинувши воду з трубопроводу. Далі величина витoku визначається по наведеній вище формулі. Воду з трубопроводу дозволяється скидати до закінчення зазначеного вище терміну, але при цьому скидання води може виявитися більше фактичного витoku. Якщо при повторному випробуванні фактичний витік не буде перевищувати допустиму більш ніж на 20%, трубопровід може бути визнаний придатним до експлуатація (при гарантії виправлення будівельниками всіх дефектів за рік). Якщо при повторному випробуванні величина фактичного витoku буде перевищувати 20% допустимої, то рекомендується витримати трубопровід 10 діб під робочим тиском з метою додаткового водонасичення стінок труб. Після цього випробування трубопроводу повинно бути проведений знов.

Після випробування на міцність і герметичність трубопровід питного водопроводу необхідно промити і дезінфікувати.

Розрахунок нормативів виконання робіт

В якості захваток для виконання земляних і монтажних робіт при влаштуванні трубопроводу приймаються його ділянки між центрами сумісних колодязів (9 ділянок).

Довжина захватки при виконанні земляних робіт:

де L - загальна довжина трубопроводу;

N_{33} - кількість захваток.

Довжина захватки при виконанні монтажних робіт:

Нормативи трудомісткості:

де H_{ep} - норма часу;

\overline{N}

i - номер процесу або
операції; 8,2

Калькуляція трудових витрат

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ЕНиР	Норма часу <u>люд.-год.</u> <u>маш.-год.</u>	Трудомісткість <u>люд.-год.</u> <u>маш.-год.</u>	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Земляні роботи	м3	1799,8					
2	Монтаж сталевих трубопроводів у траншеї зі зварюванням стиків	м	4180	Е §9-2-1, табл. 1, п. 2	<u>0,3</u>	<u>1254</u>	Монтажник 5р., 4р 3р	1 2 2
3	Монтаж колодязів з окремих кілець	1 шт	10	Е §9-2-29, табл. 1, п. 2	<u>9,1</u>	<u>91</u>	Монтажник 4р., 3р 2р	1 3 1
4	Гідравлічне випробування трубопроводів	м	4180	Е §9-2-9, табл. 2 п.3	<u>0,14</u>	<u>585,2</u>	Монтажник 5р., 4р., 3 р.	1 1 2

Технологічні розрахунки монтажу мережі водопостачання

№	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудоємність люд.-зм. / маш.-зм.		Прийнятий склад ланок та бригади		Тривалість робіт, змін	Виконання норм, %
		Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд/	К-ть		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Земляні роботи	м3	1799,8		-				-
2	Монтаж металевих трубопроводів у траншеї зі зварюванням стиків	м	4180	<u>152,92</u> -	<u>150,00</u> -	Монтажник 5р., 4р., 3р.,	1 2 2	150:5= 30	101,95
3	Монтаж колодязів з окремих кілець	1 шт	10	<u>11,10</u> -	<u>11,00</u> -	Монтажник 4р., 3р., 2р.,	1 3 1	11:5= 2,2	100,89
4	Гідравлічне випробування трубопроводів	м	4180	<u>71,37</u> -	<u>68,00</u> -	Монтажник 5р., 4р., 3р.,	1 1 2	(68:4)/3= 6	104,95
	<i>Всього:</i>			<u>235,39</u>	<u>229,00</u>				

8. Техніка безпеки

Такелажні роботи

Майданчик для вантажно-розвантажувальних робіт повинен бути спланований з урахуванням стоку поверхневих вод і рівної поверхні. Майданчик необхідно дотримувати в чистоті і порядку. На ньому повинні бути забезпечені і позначені проїзди, роз'їзди і розвороти транспорту.

Кран повинен встановлюватись на всі опори.

В тих випадках, воли при роботі крана його частини, або вантажі, що ним переміщуються, можуть наблизитись на відстань ближче 2м до дротів що знаходяться під напругою, працювати на цих шляхах можна тільки після відключення контактної мережі.

В охоронній зоні лінії електропередачі забороняється виконувати будівельні роботи.

При виконанні робіт по підйому ї, переміщенню і укладці труб необхідно дотримуватись слідуєчи правил:

- особам, що не мають прямого відношення до робіт, забороняється знаходитись на місці виконання робіт і на кранах;
- труби перед підняттям потрібно попередньо припідняти на висоту 20-30см для перевірки правильності стропування і надійності дії гальмів крану;
- людям не можна знаходитись на відстані, що дорівнює радіусу стріли крану плюс 5м;
- забороняється переносити труби над людьми;
- не дозволяється знаходитись в кабіні автомобіля під час опускання труб на автопоїзд. При цьому шофер повинен вийти на безпечну відстань і слідкувати за погруз кою;
- переміщувати в горизонтальному напрямі потрібно попередньо піднявши їх не менше ніж на 0,5м вище зустрічаючихся на шляху перешкод;
- машиніст крану не повинен опускати труби одночасно з поворотом стріли, не дозволяється їх різко кидати;

- при піднятті і опусканні труб між трубою, що піднімається і штабелем не повинно бути людей;

- не виконувати передчасну розстановку труб, не впевнившись при цьому в їх надійному закріпленні.

9. Ізоляційно-вкладальні роботи

При виготовленні ґрунтовки забороняється:

- колоти бітум без рукавиць і без окулярів;

- переносити розплавлений бітум в посудих , дно яких вже рівне горловині, і які не мають щільної кришки;

- палити на майданчику для приготуванні ґрунтовки чи на відстані менш 50м від неї;

При ізоляції і укладці трубопроводу в траншею забороняється:

- порушувати схему розстановки машин і механізмів вздовж трубопроводу, параметри нагрузки, кранів – трубоукладчиків, величину виносу їх стріл і висоти підйому труби;

- використовувати для роботи не обкатані очисні чи ізоляційні матеріали;

- допускати проникнення води чи масла на поверхню трубопроводу при роботі очисної чи ізоляційної машини;

- перелазити через трубопровід без застосування інвентарної сходини, знаходитись в траншеї під час укладання трубопроводу;

- ходити по ізольованому трубопроводу чи під ним;

Відстань від міста роботи ізоляційно–укладочної колони до бригади, що працює по переду повинна бути більшою за 1км.

Електрозварювальні та газополум'яні роботи

Для захисту очей та лиця електрозварювальників слід застосовувати маски та щитки, в смотрові отвори яких зовні встановлено прозоре скло – світлофільтри, що захищають від бризок та крапель розплавленого металу. При газовому зварюванні застосовуються спеціальні окуляри-консерви.

Місця виконання електрозварювальних та газополум'яних робіт повинні знаходитись в радіусі не менш ніж 5 м від матеріалів що піддаються горінню, а від вибухонебезпечних матеріалів та установок не менш ніж 10 м. Відстань від зварювальних дротів до гарячих трубопроводів та балонів з киснем встановлюється не менш ніж 0,5 м, а з горючими газами – не менш ніж на 1 м.

Робочі місця зварювальників в приміщеннях при зварюванні відкритою дугою відділяються від суміжних робочих місць і проходів неспалюваними екранами висотою не менш ніж 1,8 м. При роботі на відкритому повітрі декількох зварювальників неподалік один від одного та на ділянках інтенсивного руху людей встановлюються аналогічні екрани.

Газові балони повинні бути захищені від ударів та дії прямого сонячного проміння, а також віддалені від опалювальних приладів на відстань не менш ніж 1 м.

При експлуатації, зберіганні та переміщенні кисневих балонів повинні біти забезпечені заходи проти їх дотику з мастильними матеріалами, а також з одягом що має сліди оливи.

Не припускається застосовувати бензорізи при виконанні газополум'яних робіт в резервуарах, колодязях та інших закритих ємностях.

При захворюванні очей від впливу світлової радіації дуги необхідно звернутися за медичною допомогою. До надання медичної допомоги слід промити очі слабким розчином харчової соди.

Експлуатація очисних споруд

Консультант _____

Реагенти необхідно зберігати таким чином, щоб повністю усунути можливий шкідливий вплив на персонал. Хлорне вапно тримають у щільно закритих дерев'яних бочках у сухому та затемненому приміщенні. Активоване вугілля зберігають у мішках або герметично закупорених барабанах. Приміщення, де здійснюється зберігання та сухе дозування активованого вугілля, належать до класу В-П за вибухопожежною небезпекою, тому все електрообладнання повинно бути у вибухозахищеному виконанні. У таких зонах суворо заборонено палити та використовувати відкритий вогонь.

Кислоти розміщують у щільно закупорених скляних суліях у вентиляованих окремих приміщеннях. Кожну сулію позначають биркою з назвою речовини та встановлюють в один ряд. Порожні ємності з-під кислот зберігають у такому ж порядку.

Роботи всередині бункерів із пилоподібними реагентами дозволено виконувати лише бригадою з мінімум трьох осіб: один працівник спускається у бункер у респіраторі та страхувальному поясі, двоє інших забезпечують страхування.

У реагентному відділенні повинні бути засоби індивідуального захисту: респіратори, захисні окуляри для кожного співробітника, аптечка, гліцерин, вата, шафа для зберігання СИЗ, сулії з содовим розчином та дистильованою водою, мило, рушники, протигази.

Для обслуговування та періодичного ремонту сітчастих фільтрів необхідно забезпечити безпечний доступ до промивних пристроїв і сіток. Камери барабанних фільтрів повинні мати огороження та містки з поручнями висотою близько 1 м і нижнім суцільним бортиком $\approx 0,1$ м. Приводні механізми закривають захисними кожухами. Приміщення з високою вологістю та наявністю води відносяться до категорії підвищеної електронебезпеки згідно ПУЕ.

Перед очищенням, ремонтом або промиванням змішувачів, камер реакції, відстійників, фільтрів та резервуарів їх повністю звільняють від води та провітрюють. Також перевіряють щільність засувки, вимикають живлення та

встановлюють попереджувальні таблички на пускових пристроях і запірній арматурі.

Роботи всередині ємнісних споруд виконуються бригадою з трьох працівників, забезпечених рятувальними поясами, мотузками, відповідною спецодежою та, за потреби, протигазами. Передбачають безперервний приплив свіжого повітря через відкриті люки або за допомогою примусової вентиляції.

Під час перевірки гравійних шарів фільтрів використовують тимчасові містки з поручнями не нижче 1 м. Оператори працюють удвох і повинні мати рятувальні пояси. Забороняється усувати несправності чи підтягувати болти на працюючому обладнанні або трубопроводах, що знаходяться під тиском.

Персонал, який працює зі складами хлору та хлораторними, проходить спеціальне навчання та тренування з відпрацювання аварійних ситуацій. Перед входом у приміщення обов'язково перевіряють роботу вентиляції та відсутність газу за допомогою газоаналізаторів (ФЛ-5, ФКГ-3, УГ-2) або індикаторних стрічок. За наявності запаху хлору використовують лише шлангові або ізолюючі протигази.

Тара з хлором транспортується лише на спеціальних ношах або візках. При виявленні витоків місце обробляють водою чи накривають мокрим матеріалом, що дозволяє тимчасово зменшити вихід газу. Несправні балони ізолюють та повертають виробнику. При значних витоків балони поміщають у аварійний футляр або ванну з 10-% розчином гіпосульфїту натрію.

Будь-які роботи з усунення витоків проводять у протигазах і при працюючій вентиляції. У хлораторних встановлюють звукову сигналізацію для повідомлення про аварію. Особливо небезпечними є вибухи балонів при їх нагріванні або ударах, тому недопустимо кидати балони, допускати їх перегрівання, використовувати відкритий вогонь чи гріти замерзлі трубопроводи паяльними лампами.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ

Під час експлуатації насосних станцій проводять ремонт та технічне обслуговування обладнання, комунікацій та будівельних конструкцій, а також

заміну насосних агрегатів і електродвигунів. Для монтажних і демонтажних робіт передбачені кран-балки або крани з електричними тельферами; на малих станціях допускається використання ручних талів.

Усі металеві частини електрообладнання, що можуть опинитися під напругою при пошкодженні ізоляції, підлягають надійному заземленню. У щитових використовують перевірені гумові рукавички та ізолюючі килимки, а у вологих приміщеннях — дерев'яні решітки на ізоляторах.

Машиністу заборонено заходити за огороження щитів або торкатися струмоведучих частин, бо напруга може бути подана повторно без попередження.

Будь-які ремонтні роботи, у тому числі регулювання або ущільнення сальників, дозволено виконувати тільки після повної зупинки обладнання та його знеструмлення. На пускових пристроях обов'язково вивішують табличку «Не вмикати — працюють люди».

Обтиральні матеріали використовують лише чисті; після зміни їх збирають у металеві чи пластикові ящики з кришками. Заборонено залишати ганчір'я або легкозаймисті матеріали біля двигунів і пускових пристроїв.

Під час обслуговування насосних агрегатів не можна палити, користуватися відкритим вогнем, підігрівати маслопроводи паяльними лампами чи іншими джерелами полум'я.

Охорона навколишнього середовища

Консультант _____

Системи водопостачання міста, що інтегрують технологію оборотного водопостачання промислового підприємства, повинні проектуватися та експлуатуватися з дотриманням вимог екологічної безпеки. Головною метою впровадження оборотних циклів є зменшення забору природної води, скорочення скидів у водні об'єкти та зниження техногенного навантаження на довкілля. Застосування замкнених або частково замкнених систем дозволяє багаторазово використовувати ту саму воду, зменшуючи навантаження на водні ресурси регіону, стабілізуючи гідрологічний режим та запобігаючи деградації водних екосистем.

Функціонування оборотного циклу безпосередньо впливає на якість водних ресурсів міста та прилеглих територій. Значне скорочення водозабору з річок або підземних горизонтів знижує ризик їх виснаження, а мінімізація скидів стічних вод перешкоджає евтрофікації та хімічному забрудненню водойм. Водночас у системах оборотного охолодження та технологічного водопостачання можливе утворення аерозольних викидів, особливо при роботі градирень. Для зменшення негативного впливу на атмосферне повітря впроваджуються каплеуловлювачі, контроль температурного та хімічного режимів, а також оптимізація роботи охолоджувальних установок.

Потенційний негативний вплив на ґрунти і земельні ресурси пов'язаний із можливими аварійними скидами, витокami зі зношених трубопроводів або неправильним зберіганням реагентів. Для запобігання таким ситуаціям проектом передбачено герметизацію резервуарів і трубопроводів, використання захисних покриттів, облаштування локальних резервних ємностей для збору аварійних стічних вод та постійний контроль за станом обладнання.

У проектованій системі запроваджуються заходи, спрямовані на мінімізацію водоспоживання. Оборотний цикл дозволяє повертати у виробництво до дев'яноста восьми відсотків технологічної води, що значно зменшує потребу у воді з природних джерел та знижує навантаження на міські водозабори. Якість оборотної води підтримується за допомогою механічного очищення, коагуляційно-флокуляційної обробки, знезараження та корекції показників мінералізації та

твердості. Це забезпечує стабільну роботу технологічного обладнання та унеможливорює потрапляння забруднювальних речовин у навколишнє середовище.

З метою попередження аварійних ситуацій у системі реалізовано комплекс технічних рішень, що включає резервні ємності для прийому забрудненої води, автоматизований контроль тиску та витрати, датчики витоків, а також системи аварійного блокування трубопроводів. Стан води та працездатність обладнання контролюються за допомогою систем екологічного моніторингу. Контроль здійснюється шляхом регулярного вимірювання рН, мутності, мінералізації, вмісту органічних речовин, а також шляхом періодичного аудиту стану природних водойм поблизу підприємства.

Окрему увагу в рамках проєкту приділено зменшенню енергоспоживання та використанню екологічно безпечних технологій. Насосні станції обладнуються енергоефективними насосами з частотним регулюванням, а трубопроводи виготовляються з матеріалів підвищеної стійкості до корозії. Автоматизовані системи керування технологічними процесами дозволяють зменшити енергетичні витрати та стабілізувати режим роботи системи. Це дає можливість зменшити загальне навантаження на довкілля, у тому числі рівень непрямих викидів парникових газів.

Аналіз потенційних екологічних ризиків свідчить, що найбільш вірогідними негативними чинниками є порушення герметичності трубопроводів, відхилення від технологічного режиму очищення води, аварії на насосних станціях та підстанціях. Для їх мінімізації необхідне регулярне технічне обслуговування, планово-попереджувальні ремонти, ведення оперативних журналів експлуатації, а також періодичне навчання персоналу щодо дій у випадку аварійних ситуацій.

Проєкт водопостачання з оборотним циклом відповідає чинним вимогам Водного кодексу України, Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», державних будівельних норм ДБН В.2.5-74:2013, санітарних норм і правил щодо якості води та екологічної безпеки. У розробці

враховано підходи, що застосовуються в країнах ЄС для оптимізації водокористування та зменшення промислових викидів у природні середовища.

Запровадження оборотної системи водопостачання у межах міської інфраструктури дозволяє істотно знизити антропогенний вплив на довкілля, оптимізувати споживання природних водних ресурсів, зменшити кількість забруднених стічних вод і забезпечити стабільну, екологічно безпечну роботу промислового підприємства. Реалізація комплексу природоохоронних заходів забезпечує відповідність сучасним екологічним стандартам та сприяє формуванню збалансованої системи водокористування в умовах міста.

Охорона праці

Консультант _____

Охорона праці при проєктуванні систем водопостачання є ключовим аспектом забезпечення безпечних умов роботи персоналу, попередження аварій, зменшення впливу шкідливих факторів та гарантування надійної експлуатації споруд. У системах оборотного водопостачання промислових підприємств значну увагу заслуговує робота з насосним обладнанням, трубопроводами, арматурою, електротехнічними установками та реагентами для водопідготовки.

Нормативно-правова база

Проєктування об'єкта виконується відповідно до законодавства України з охорони праці, з урахуванням вимог Закону України «Про охорону праці», Кодексу цивільного захисту, Закону «Про загальну безпеку нехарчової продукції», Правил технічної експлуатації водопровідно-каналізаційного господарства, ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві», ДСТУ з електробезпеки та локальних інструкцій підприємств-експлуатантів.

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

У технологічному процесі водопостачання та оборотного водообігу можуть виникати небезпечні фактори: підвищений рівень шуму та вібрації від насосного обладнання; електрична небезпека при роботі з силовими електродвигунами; можливість утворення надлишкового тиску в трубопроводах; ризик розгерметизації ємностей або труб із виливом води чи реагентів; підвищена вологість у приміщеннях насосних станцій; небезпека падіння з висоти при обслуговуванні резервуарів та майданчиків; травмонебезпечні зони обертових частин насосів; можливий вплив хімічних реагентів у процесі водоочищення (коагулянти, антисептики).

Забезпечення електробезпеки

Електрообладнання насосних станцій повинно відповідати категорії електробезпеки III та ДСТУ EN 60204. Всі електродвигуни обладнуються заземленням, автоматичним захистом від короткого замикання, перевантаження та

струмів витоку. Щити керування розміщуються в окремому сухому приміщенні, доступному тільки для персоналу з групою допуску не нижче III. Передбачаються попереджувальні таблички, діелектричні килимки та інструменти.

Шум і вібрація

Насосне обладнання створює шум до 80 дБ і вібрацію, що негативно впливає на персонал. Для зменшення цього впливу передбачаються антивібраційні основи, використання демпферів, прокладок та гнучких вставок. Приміщення насосної станції покривається звукопоглинаючими панелями. Персонал забезпечується індивідуальними засобами захисту органів слуху.

Мікроклімат та вентиляція

У приміщеннях насосних станцій підтримується температура не нижче +5 °С та вологість, що відповідає нормам для виробничих приміщень. Для видалення вологи та забезпечення нормального теплового режиму передбачається припливно-витяжна вентиляція з механічним приводом. У зонах з підвищеною вологістю встановлюються антиконденсатні заходи.

Безпека при роботі з насосами та арматурою

Обслуговування насосів проводиться тільки після повної зупинки та зняття напруги. Обертіві частини закриті кожухами. Персонал зобов'язаний використовувати захисні рукавиці, взуття з антиковзним покриттям та спецодяг. Арматура, що працює під тиском, має мати паспорти, пломби та проходити регулярні випробування. Підіймально-транспортні операції виконуються з використанням тельферів або кранів.

Безпека роботи з резервуарами та колодязями

Роботи у колодязях виконуються виключно за нарядом-допуском. Перед спуском проводиться вимірювання вмісту газів і вентиляція. Персонал використовує страхувальні пояси, каски, ліхтарі на акумуляторах. Вхід до колодязя охороняється огороженням та попереджувальними знаками.

Пожежна безпека

Приміщення обладнуються порошковими вогнегасниками, пожежними щитами та системами димовидалення. Електрощити та кабельні лінії мають вогнестійке виконання. Зберігання реагентів здійснюється в металевих шафах з обмеженим доступом. Усі працівники проходять інструктаж протипожежної безпеки.

Розслідування нещасних випадків і навчання персоналу

Передбачено проведення вступного, первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів. Працівники проходять щорічну перевірку знань з охорони праці. Усі нещасні випадки розслідуються відповідно до НПАОП 0.00-6.02-15.

Засоби індивідуального захисту

Для персоналу систем водопостачання передбачаються такі ЗІЗ: каска, діелектричні рукавиці, протишумові навушники, водостійкий спецодяг, гумові чоботи, страхувальні пояси, захисні окуляри. ЗІЗ отримуються та обліковуються згідно з нормами видачі.

Організаційні заходи безпеки

На підприємстві повинні діяти інструкції з охорони праці для кожного виду робіт. Ведеться журнал обліку інструктажів, план евакуації, графік перевірки обладнання, паспортизація насосних агрегатів. Мають бути призначені відповідальні особи за електрогосподарство, пожежну безпеку та експлуатацію технічного обладнання.

Висновок

Запропоновані заходи з охорони праці дозволяють мінімізувати ризики, пов'язані з експлуатацією систем міського водопостачання та оборотного водопостачання промпідприємств. Реалізація комплексу технічних, організаційних та санітарно-гігієнічних рішень забезпечує безпечні умови праці, підвищує ефективність роботи персоналу та відповідає діючим нормам промислової безпеки.

Автоматизація систем ВВ

Консультант _____

Автоматизація систем водопостачання та оборотного водопостачання є ключовим елементом підвищення надійності, енергоефективності та стабільності технологічних процесів. Застосування сучасних засобів контролю та управління дозволяє забезпечити оптимальні режими роботи насосного обладнання, стабільну якість води, попередження аварійних ситуацій та зменшення експлуатаційних витрат.

Мета автоматизації

Основною метою автоматизації є підвищення рівня керованості та безпеки технологічних процесів, забезпечення безперервності водопостачання, стабільної циркуляції оборотної води та скорочення участі людини у рутинних операціях. Система автоматизації повинна забезпечувати автоматичний контроль параметрів, швидку реакцію на їх відхилення й ведення архіву даних для подальшого аналізу.

Загальна структура автоматизованої системи

Автоматизована система управління складається з декількох рівнів. На нижньому рівні використовується датчикове обладнання, яке фіксує технологічні параметри: тиск, витрату, температуру, рівень, якість води та стан насосів. На середньому рівні працюють програмовані логічні контролери, що здійснюють локальне керування насосами, засувками, змішувачами та іншими виконавчими механізмами. На верхньому рівні застосовується SCADA-система, що забезпечує візуалізацію, моніторинг, ведення архівів, формування аварійних та попереджувальних повідомлень і дистанційне керування оператором.

Автоматизація подачі свіжої води

Подача води до міської системи залежить від стабільної роботи насосних станцій. Встановлюються датчики тиску на напірних колекторах, а також витратоміри на лініях подачі. Контролер аналізує показники й у разі відхилення автоматично регулює частоту обертів насосів за допомогою частотних перетворювачів. Це дозволяє зменшити енергоспоживання та забезпечити стабільний рівень тиску, необхідний для подачі води у водомережу.

Автоматизація оборотного водопостачання

У схемі оборотного водозабезпечення велика увага приділяється підтриманню необхідного рівня води у резервуарах та охолоджувальних ємностях. Рівнеміри контролюють кількість циркулюючої води, а температурні датчики фіксують температуру в системі, що є важливим для промислових підприємств. На основі цих даних контролер керує роботою насосів оборотного циклу, регулює роботу охолоджувачів або градирні, а також підтримує баланс між витратою та поверненням води після технологічного процесу.

Система контролю якості води

Для забезпечення постійної відповідності якості води технологічним вимогам встановлюються онлайн-аналізатори мутності, електропровідності, рН, температури та концентрації реагентів. Результати вимірювань передаються в автоматизовану систему, яка регулює подачу коагулянтів, антисептиків або інгібіторів корозії. У випадку виходу показників за допустимі межі система формує аварійне повідомлення та може автоматично припинити подачу води, спрямувати її на повторну очистку або ініціювати перемикання контурів.

Автоматизація насосних станцій

Насосні станції є енергоємними об'єктами, тому автоматизація їхньої роботи базується на впровадженні частотного регулювання, оптимізації завантаження насосів та підвищенні ефективності їх роботи. Система визначає оптимальну кількість насосних агрегатів, що повинні працювати у конкретний момент, залежно від водоспоживання. Передбачені режими автоматичного включення резервного насоса, функція м'якого пуску, захист від «сухого ходу», перегріву та перевантаження.

Контроль аварійних ситуацій

Система автоматизації включає багаторівневий захист. До нього входять спрацьовування при надлишковому тиску в трубопроводах, підвищеній температурі електродвигунів, відсутності води у всмоктуючому трубопроводі, розгерметизації ємностей та аварійному переповненні резервуарів. Аварійні сигнали відображаються на диспетчерському пункті через SCADA-систему,

дублюються звуковою та світловою сигналізацією. Усі випадки автоматично заносяться у базу даних.

Диспетчеризація системи

У межах міського водопостачання застосовується централізована диспетчеризація. Всі об'єкти підключаються до загальноміської SCADA через дротові або бездротові канали зв'язку. Диспетчер має змогу контролювати роботу насосних станцій, резервуарів, технологічних блоків та системи оборотного водовикористання в режимі реального часу. Програмне забезпечення будує графіки витрат, тиску та енергоспоживання, що дозволяє оптимізувати роботу системи.

Енергозбереження через автоматизацію

Впровадження частотних перетворювачів, адаптивних алгоритмів керування та аналізу параметрів у режимі реального часу дозволяє знизити енергозатрати на 15–40 %. Система автоматично вибирає найбільш економний режим роботи насосів з урахуванням добового графіка водоспоживання, стану мережі та технологічних потреб промпідприємства.

Локальні системи автоматики

На кожному технологічному вузлі передбачається встановлення локальних шаф керування, які забезпечують підтримання параметрів у межах, установлених технологічним регламентом. До їх складу входять контролери, сигнальні лампи, кнопки аварійного зупину, автоматичні вимикачі та модулі зв'язку. Локальна автоматика здатна працювати автономно навіть при втраті зв'язку з центральною системою.

Інтеграція з іншими технологічними системами

Автоматизована система може бути інтегрована з енергетичними, пожежними, охоронними та технологічними системами підприємства. Це дає змогу оперативно реагувати на зміни, оптимізувати ресурсоспоживання та забезпечити комплексну безпеку об'єкта.

Висновки

Автоматизація систем водопостачання та оборотного водопостачання дозволяє значно підвищити ефективність, надійність та безпеку їх роботи. Впровадження сучасних засобів контролю й управління забезпечує стабільність технологічних процесів та зменшує ризики людського фактору. Диспетчеризація та SCADA-технології роблять систему більш прозорою та керованою, що позитивно впливає на експлуатаційні витрати та загальну ефективність роботи міського та промислового водопостачання.

Список літератури

1. ДБН В.2.5-74:2013 «ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗОВНІШНІ МЕРЕЖІ ТА СПОРУДИ»
2. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 34 с.
3. ДБН А.3.2.-2-2009. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. – [Чинний від 2013-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 94 с.
4. Закон України "Про охорону праці" (1992) (Документ 2694-ХІІ, дійсний)
5. Водопостачання. А.М. Тугай, В.О. Орлов. Підручник.
6. Водозабірні споруди. В.О. Орлов, С.М. Назаров, А.М. Орлова. Навчальний посібник.
7. Інтенсифікація та реконструкція систем водопостачання. Орлов В.О., Шадура В.О., Назаров С.М. Навчальний посібник.
8. Експлуатація систем водопостачання та водовідведення. Частина 1. Навчальний посібник. В.П. Хоружий та ін.
9. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие. М., Стройиздат, 1984. – 116 с.
10. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
11. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 70 с.
12. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт (до ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва») - Технологічна та виконавча документація орендне підприємство науково- дослідний інститут будівельного виробництва. Київ – 1997.Частина 1.: Технологічна та виконавча документація. – 53 с.

13. ДБН В.1.2-5-2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. Мінрегіонбуд України. – К.: 2007. – 14 с.
14. Організація будівництва. За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. К.: Кондор, 2007. – 520 с.
15. ВБН В.2.5-78.11-01-2003/МВС України Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи сигналізації охоронного призначення
16. ГСТУ 78.11.001-98 (Витяг) Укріпленість об'єктів, що охороняються за допомогою пультів централізованого спостереження державної служби охорони. Загальні технічні вимоги
17. Кравчук А.М., Кравчук О.А. Водопостачання і водовідведення. К: КНУБА. 2013. – 180 с.
18. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навчальний посібник. – КНУБА, 2001. – 256 с.
19. Споруди для забору поверхневих вод: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Тугай, Я.А. Тугай, І.А. Обертас, Ю.М. Пікуль. – К.: КНУБА, 2014. – 40 с.
20. Водопостачання. Методичні вказівки до виконання курсового проекту. / Укл.: О. М. Кушка, Є. В. Юрков, В. П. Балло – К.: КНУБА, 2014. – 56 с
21. Гідравлічні та аеродинамічні машини, насосні і повітродувні станції: методичні вказівки до виконання курсового проекту та контрольної роботи / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 42 с.