

**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 розробкою елементів системи водопостачання лікарні

Виконав студент групи ВВм-24
Керекеша Іван Тарасович

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

_____” _____ 20__ року

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

Керекеша Іван Тарасович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи **«Водопостачання міста з розробкою елементів системи водопостачання лікарні»**

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «_____» _____ 20__ року

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту 08.12.2025

4. Вихідні дані та зміст роботи за розділами:

Інженерна частина

Спеціальна частина: розробити елементи системи водопостачання лікарні

1. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Інженерна частина:	
Розділ 1-4	10.11.25
Спеціальна частина:	
Розділ 5	20.11.25
Розділ 6	
Розділ 7	
Розділ 8	
Розділ 9	
Додаткові розділи:	
Перевірка на плагіат	08.12.2025
Попередній захист або розгляд роботи на кафедрі	15.12.2025
Рецензування	15.12.2025

2. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 6			
Розділ 7			
Розділ 8			

3. Дата видачі завдання _____

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Здобувач

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (summary) до кваліфікаційної роботи здобувача:		Керекеша Іван Тарасович Kerekesha Ivan	
Назва ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Водопостачання міста з розробкою елементів системи водопостачання лікарні City water supply with development of elements of the hospital water supply system		
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	К.т.н., доц. Аргатенко Тетян Вікторівна		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	Розділів	креслень формату А1
	101	9	10
Розділ 1 (назва)	Водопровідні мережі		
Розділ 2 (назва)	Водозабірні споруди		
Розділ 3 (назва)	Очисні споруди водопостачання		
Розділ 4 (назва)	Насосна станція II-го підйому		
Розділ 5	Розробка системи водопідготовки лікарні		
Розділ 6	Охорона навколишнього середовища		
Розділ 7	Охорона праці при будівництві		
Розділ 8	Автоматизація		
Розділ 9	Монтаж систем ВВ		
Висновки по роботі: Conclusions:	Розроблено систему водопостачання населеного пункту, що включає водозабірні споруди, станцію водопідготовки, насосну станцію Другого підйому та розподільчу мережу, станцію водопідготовки лікарні		
Ключові слова: Keywords:	Система водопостачання міста, розподільна водопровідна мережа, аварійні відключення.		

Здобувач: _____ / _____ /
Керівник: _____ / _____ /
“ ” _____ 20 _____

ЗМІСТ

Вступ

Розділ 1. Водопровідні мережі

1. Визначення розрахункових добових витрат води
 - 1.1. Водоспоживання населенням міста
 - 1.2. Витрата води на поливання вулиць та зелених насаджень
 - 1.3. Водоспоживання на виробничі потреби підприємств міста
 - 1.4. Господарсько-питне водоспоживання працюючими на підприємствах
 - 1.5. Баланс добового водоспоживання міста
2. Визначення погодинних витрат води
 - 2.1. Графік погодинних витрат води
3. Визначення регулюючого об'єму резервуарів чистої води
4. Визначення секундної витрати води
5. Визначення питомої витрати води
6. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі
 - 6.1. Гідравлічний розрахунок мережі режиму максимального водопостачання
 - 6.2. Гідравлічний розрахунок мережі режиму пожежогасіння
7. Визначення вільних напорів у мережі
 - 7.1. Визначення вільних напорів у мережі
 - 7.2. Визначення вільних напорів для режиму максимального водоспоживання+пожежогасіння

Розділ 2. Водозабірні споруди

1. Визначення водоспоживання населеного пункту
2. Вибір водоносного шару і місця розташування водозабору

3. Вибір типу і технологічної схеми водозабірних споруд
4. Гідрологічні і гідравлічні розрахунки. Насосне обладнання
5. Розрахунок сумісної роботи свердловини, насосів та водоводів
6. Розрахунок втрат напору у водопід'ємних і напірних трубопроводах

Розділ 3. Очисні споруди водопостачання

1. Вибір технології очищення води
2. Розробка висотної схеми споруд
3. Розрахунок швидких фільтрів
4. Фторування води
5. Розрахунок піскового господарства
6. Споруди використання промивної води
7. Розрахунок споруд знезараження води

Розділ 4. Насосна станція II-го підйому

1. Розрахункова подача НС-II го підйому
2. Визначення розрахункового напору насосів НС-II
 - 2.1. Розрахунок характеристик напірних водоводів
 - 2.2. Добір насосів
 - 2.3. Визначення діаметрів трубопроводів насосної станції II-го підйому
 - 2.4. Внутрішні трубопроводи насосної станції
 - 2.5. План розташування насосних агрегатів
3. Визначення висоти фундаменту насосів
 - 3.1. Визначення відмітки осі насоса

4. Вибір водоміра
5. Добір запірно-регулюючої арматури
 - 5.1. Визначення втрат напору в насосній станції
6. Добір підйомно-транспортного обладнання
 - 6.1 Технічні характеристики підвісного крану
7. Електрична частина насосної станції
 - 7.1. Розміри камер трансформаторів
8. Добір додаткового насосного обладнання

Розділ 5. Розробка системи водопідготовки лікарні

Розділ 6. Охорона навколишнього середовища

Розділ 7. Охорона праці при будівництві

1. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів
2. Аналіз небезпечних факторів
3. Техніка безпеки
 - 3.1. Безпека праці водопровідної насосної станції. Розташування ВНС
 - 3.2. Забезпечення освітленості виробничих приміщень і робочих місць
 - 3.3. Вентиляція і опалення
 - 3.4. Шум та вібрація
 - 3.5. Індивідуальний захист
4. Розрахунок параметрів охорони праці при експлуатації насосної станції
 - 4.1. Розрахунок штучного освітлення адміністративної будівлі
 - 4.2. Розрахунок захисного занулення електродвигуна насоса

Розділ 8. Автоматизація

Розділ 9. Монтаж систем ВВ

Список використаної літератури

ВСТУП

В даній кваліфікаційній роботі був розроблений комплекс систем водопостачання певного населеного пункту. Проектом передбачено використання підземного водозабору з артезіанських свердловин, очищення води від двовалентного заліза на швидких фільтрах та подачу очищеної води до споживачів за допомогою насосної станції II-го підйому з горизонтальними насосами типу «Д». Для забезпечення надійного та безперебійного водорозподілу запроєктовано кільцеву систему водопровідної мережі з поліетиленових труб. Відповідний кожний з цих розділів дипломного проекту були доповнені кресленнями відповідних споруд. Додатково були оформлені розділи з охорони праці на насосній станції II-го підйому та її експлуатації. Розділ автоматизації включає в себе атоматизація процесу хлорування. Розділ технології будівельного виробництва містить в собі дві технологічні карти. Розділ охорони навколишнього середовища містить пояснення щодо зони санітарної охорони в процесі експлуатації розділу водопостачання.

Основним завданням дипломного проекту була розробка та проектування технологічних споруд для забезпечення потреб у воді для лікарні. Для вирішення даного завдання на території була розроблена система водозабору воду, її попередня очистка та подача в приміщення. Була запроєктована основна насосна станція II-го підйому, а також насосна станція для пожежогасіння. Додатково для накопичення протипожежного запасу води було передбачено два пожежних резервуара. Окрім цього була передбачена система накопичення дощової води в резервуарі накопичення дощових вод для використання їх на технічні потреби. Частина очищеної води від вбираючого фільтру була використана для поливу зелених насаджень що є на території, для цього був запроєктований окремий резервуар для поливу води.

ВОДОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ

Вступ

Проектування водопостачання об'єкта починається з визначення кількості споживаної води і режиму її витрат на перспективний (розрахунковий) період. Кількість водоспоживання об'єктом визначається в кубічних метрах за добу середнього за рік споживання води. Всі водопровідні споруди розраховуються з умови забезпечення максимального водоспоживання на протязі розрахункового періоду, а техніко-економічні показники – з умови середнього за рік.

Оскільки кожний об'єкт, для якого проектується водопостачання, включає різноманітні категорії споживачів, які мають свої норми водоспоживання і свої режими витрати води, то кількість її визначається окремо для кожної категорії споживачів.

У містах водоспоживання визначається по таких категоріях:

- господарсько-питне водоспоживання населення з урахуванням потреб у воді громадських споруд;
- витрата води на поливання і миття вулиць, майданів і зелених насаджень;
- господарсько-питне водоспоживання робітниками та службовцями під час перебування їх на виробництві;
- витрата води на виробничі потреби підприємств, що одержують її з міського водопроводу;
- витрата води на потреби гасіння пожежі

Вихідні дані по місту

1. Щільність населення, осіб/км² :

I район – 4000

II район – 9000

III район – 6500

2. Кількість поверхів забудови

I район – 3

II район – 6

III район – 6

3. Ступінь благоустрою забудови

I район – В

II район – А

III район – А

Вихідні дані по промисловим підприємствам

Назва підприємства	М'ясокомбінат	Цементний завод	Лакофарбовий завод
Кількість продукції, що випускається:			
I зміна	100 т	800 т	15 т
II зміна	80 т	600 т	13 т
III зміна			12 т
Норма витрати води на одиницю продукції, м ³ /один.	16	2	39
Кількість робочих:			
I зміна	110	700	90
II зміна	90	400	75
III зміна			75
Працює в гарячих цехах	30%	45%	40%

1. Визначення розрахункових добових витрат води

За планом міста окремо для кожного району визначаємо загальну площу, яка складається з площі забудови, вулиць та зелених насаджень.

Результати заносимо до табл.1

Площа міських районів, км²

Таблиця 1

Райони міста	Всього	Забудова	Вулиці	Зелені насадження
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
I район	1,02	0,634	0,274	0,112
II район	1,97	1,55	0,42	0
III район	2,04	1,436	0,447	0,157

Розрахункова кількість мешканців в кожному з міських районів:

$$I - N_1 = F_1 * P_1 = 1,02 * 5000 = 4080$$

$$II - N = F_2 * P_2 = 1,97 * 9000 = 17730$$

$$III - N = F_3 * P_3 = 2,04 * 6500 = 13260$$

P – щільність населення, ос/км²

F – площа, км²

Розрахунок добового об'єму господарсько-питного водоспоживання населенням міста ведемо у формі таблиці 2.

1.1 Водоспоживання населенням міста

Розрахункова (середня за рік) добова витрата води за рік на господарсько-питні потреби населення, м³/доб, визначаються залежно від розрахункового числа жителів і норм водоспоживання за формулою.

$$Q_{\text{доб.ср.}} = \frac{q_i N_i}{1000}$$

де N_i - розрахункове число жителів і-того району міста, q -норма водоспоживання на господарсько-питні потреби населення району. Норму водоспоживання призначають за ступенем благоустрою району і розташуванням міста:

для I району - 135 л/доб

для II району – 165 л/доб

для III району – 165 л/доб

Оскільки витрата господарсько-питної води не є постійною і змінюється протягом року, то при проектуванні необхідно визначити також розрахункові витрати води за добу найбільшого і найменшого водоспоживання, м³/доб, за формулами [1;5,6]:

$$Q_{\text{доб.мах}} = K_{\text{доб.мах}} * Q_{\text{доб.сер}}$$

$$Q_{\text{доб.мін}} = K_{\text{доб.мін}} * Q_{\text{доб.сер}}$$

де $K_{\text{доб.мах}}=1,1\dots1,3$ і $K_{\text{доб.мін}}=0,7\dots0,9$ – відповідно максимальний і мінімальний коефіцієнти добової нерівномірності водоспоживання, що враховують уклад життя населення, режим роботи підприємств, ступінь благоустрою будинків, зміну водоспоживання по сезонах року і днях тижня.

Розрахункова середня за рік витрата води населенням на господарсько-питні потреби:

$$Q^1_{\text{доб.сер}} = 135 \times 4080 / 1000 = 550,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q^2_{\text{доб.сер}} = 165 \times 17730 / 1000 = 2925,45 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$Q^3_{\text{доб.сер}} = 165 \times 13260 / 1000 = 2187,9 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Розрахунок витрат з урахуванням коефіцієнта добової нерівномірності:

$$Q^1_{\text{доб.мах}} = K_{\text{доб.мах}} * Q^1_{\text{доб}} = 1,1 \times 550,8 = 605,88 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q^2_{\text{доб.мах}} = K_{\text{доб.мах}} * Q^2_{\text{доб}} = 1,3 \times 2925,45 = 3829,085 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q^3_{\text{доб.мах}} = K_{\text{доб.мах}} * Q^3_{\text{доб}} = 1,3 \times 2187,9 = 2844,27 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q^1_{\text{доб.мін}} = K_{\text{доб.мін}} * Q^1_{\text{доб}} = 0,7 \times 550,8 = 385,56 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q^2_{\text{доб.мін}} = K_{\text{доб.мін}} * Q^2_{\text{доб}} = 0,9 \times 2925,45 = 2632,9 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$Q^3_{\text{доб.мін}} = K_{\text{доб.мін}} * Q^3_{\text{доб}} = 0,9 \times 2187,9 = 1969,11 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок добового об'єму господарсько-питного водоспоживання населенням міста ведемо у формі таблиці 2.

Таблиця 2

Райони міста	N, осіб	qж л/ос*добу	Qдоб.ср м ³ /добу	Kдоб.мах	Qдоб.мах, м ³ /добу	Kдоб.min	Qдоб.min, м ³ /добу
I	4080	135	550,8	1,1	605,88	0,7	385,56
II	17730	165	2925,45	1,3	3829,1	0,9	2632,9
III	13260	165	2187,9	1,3	2844,3	0,9	1969,11
Разом	35070		5664,16		7279,3		4987,6

1.2. Витрата води на поливання вулиць та зелених насаджень

Витрати води на миття вулиць, поливання зелених насаджень у містах, селищах та промислових підприємствах визначають за формулою:

$$Q_{п.} = q_{пi} * N_{пi}, \text{ де}$$

$q_{пi}$ - норма витрати на одне миття чи поливання, СнiП 2.04.02-84, п.2.3 табл.3

$N_{пi}$ - площа вулиць, зелених насаджень, які підлягають миттю та поливанню

Витрата води на миття вулиць, м³/доб:

$$Q_{п.1} = 0,274 * 400 = 219,2 \text{ м}^3/\text{доб} - \text{I район}$$

$$Q_{п.2} = 0,42 * 400 = 336 \text{ м}^3/\text{доб} - \text{II район}$$

$$Q_{п.3} = 0,447 * 400 = 357,6 \text{ м}^3/\text{доб} - \text{III район}$$

Витрата води на поливання зелених насаджень, м³/доб:

$$Q_{п.1} = 0,112 * 3000 = 336 \text{ м}^3/\text{доб} - \text{I район}$$

$$Q_{п.3} = 0,157 * 3000 = 471 \text{ м}^3/\text{доб} - \text{III район}$$

Розрахунок добової витрати води на поливання вулиць та зелених насаджень зводим у формі таблиці 3.

Таблиця 3

Район міста	Вулиця			Зелені насадженя			Всього м ³ /доб.
	Площа, км ²	Норма витрати, м ³ /км ²	Витрата води, м ³ /доб.	Площа, км ²	Норма витрати, м ³ /км ²	Витрата води, м ³ /доб.	
I район	0,274	400	219,2	0,112	3000	336,00	555,2
II район	0,42	400	336	0	3000	0,00	336
III район	0,447	400	357,6	0,157	3000	471,00	828,60
Разом			912,8			807,00	1719,8

1.3. Водоспоживання на виробничі потреби підприємств міста

Вирати води на виробничі потреби підприємств:

$$Q_T = \sum N_T q_T$$

N_T - кількість продукції, що випускається підприємством

q_T - норма витрати води на одиницю продукції

Таблиця 4

Підприємство	Одиниця виміру продукції	Кількість продукції за добу, N_T		Норма споживання води на одиницю виміру, м ³ /один.	Витрата води, Q_T м ³	
		I	II		I	II
М'ясокомбінат	т	I	100	16	1600	2880
		II	80		1280	
Цементний завод	т	I	800	2	1600	2800
		II	600		1200	
Лакофарбовий завод	т	I	15	39	585	1560
		II	13		507	
		III	12		468	

1.4. Господарсько-питне водоспоживання працюючими на підприємствах

Норма витрати води на зміну в цехах із підвищеним тепловиділенням складає 45л на одного робітника при коефіцієнті погодинної нерівномірності $k=2.5$; а в звичайних цехах – 25л при $k = 3.0$.

Кількість душових сіток приймається за числом робітників у максимально тривалу зміну в залежності від виду виробничих процесів. Норма витрати води за зміну на кожну душову сітку (душ працює 45 хв. після закінчення зміни) складає 500 л/год, тобто 375 л за зміну.

Таблиця 5

№ Підприємства	№ зміни	Гарячі цехи			Холодні цехи			Прийняття душу		
		Ng, осіб	qg, л/ос.	Qg, м ³ /зм.	Nx, осіб	qx, л/ос.	Qx, м ³ /зм.	Nдуш.сіток,	qдуш, л/сітку.	Qдуш, м ³ /зм
1.МК	I	33	45	3,7125	77	25	5,775	7	375	2,625
	II	27	45	3,0375	63	25	4,725	6	375	2,25
	всього			6,75			10,5			4,875
Заг.об'єм водоспожив		22,13								
2.ЦЗ	I	315	45	35,438	355	25	26,625	50	375	18,844
	II	180		20,25	220		16,5	30		11,25
	всього			55,688			43,125			30,094
Загалом		128,91								
3.ЛЗ	I	36	45	4,05	54	25	4,05	4	375	1,50
	II	30		3,375	45		3,38	3		1
	III	30		3,375	45		3,38	3		1
	всього			10,8			10,80			3,70
Загалом		25,30								

1.5.Баланс добового водоспоживання міста

Таблиця 6

№	Споживачі	Витрата води, м ³ /добу	
		середньодобове водопостачання	доба максимального водопостачання
1	Населення I району	550,8	605,88
	Невраховані витрати	27,54	30,294
	Разом	578,34	636,17
2	Населення II району	2925,45	3829,1
	Невраховані витрати	146,2725	191,455
	Разом	3071,72	4020,56
3	Населення III району	2187,9	2844,3
	Невраховані витрати	109,395	142,215
	Разом	2297,30	2986,52
4	Поливання вулиць і площ I району	109,6	219,2
	Поливання зелених насаджень I району	336	336
	Всього	445,6	555,2
5	Поливання вулиць і площ II району	168	336
	Поливання зелених насаджень II району	0	0
	Всього	168	336
6	Поливання вулиць і площ III району	178,8	357,6
	Поливання зелених насаджень III району	471	471
	Всього	649,8	828,6
7	Підприємство 1		
	Виробничі потреби	2880	2880
	Господарсько-питні	17,25	17,25
	Душові	4,875	4,875
	Разом	2902,13	2902,13
8	Підприємство 2		
	Виробничі потреби	2800	2800
	Господарсько-питні	98,913	98,913
	Душові	30,1	30,1
	Разом	2929,01	2929,01
9	Підприємство 3		
	Виробничі потреби	1560	1560

	Господарсько-питні	21,6	21,6
	Душові	3,5	3,5
	Разом	1585,1	1585,1
	Всього по місту	14627,00	16779,2

2. Визначення погодинних витрат води

Коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання по районах визначаємо за формулами.:

$$K_{\text{год max}} = \alpha_{\text{max}} \beta_{\text{max}}$$

$$K_{\text{год min}} = \alpha_{\text{min}} \beta_{\text{min}}$$

де α - коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств та інші місцеві умови, прийнятий : $\alpha_{\text{max}} = 1,2 \dots 1,4$ і $\alpha_{\text{min}} = 0,4 \dots 0,6$;

β – коефіцієнт, що враховує кількість жителів у районі або населеному пункті, визначається за СніП 2.04.02-84, табл.2

I - район : $\alpha_{\text{max}} = 1,2$, $\alpha_{\text{min}} = 0,4$, $\beta_{\text{max.}} = 1,42$, $\beta_{\text{min}} = 0,32$

II-район: $\alpha_{\text{max}} = 1,4$, $\alpha_{\text{min}} = 0,6$, $\beta_{\text{max.}} = 1,17$, $\beta_{\text{min}} = 0,55$

III-район: $\alpha_{\text{max}} = 1,4$, $\alpha_{\text{min}} = 0,6$, $\beta_{\text{max.}} = 1,18$, $\beta_{\text{min}} = 0,54$

Місто: $K_{\text{год.max}} = 1,3 \times 1,1 = 1,43 = 1,45$ $K_{\text{год.min}} = 0,5 \times 0,7 = 0,35$

Розподілення водоспоживання в населених пунктах в відсотках від максимального добової витрати, при коефіцієнтах 1,7-I район, 1,65-II,III райони

**Орієнтовні розміри погодинної витрати води, % від доби на
господарсько-питні потреби населення міста**

Таблиця 7

Години доби	Годинна витрата, % від доби, при коефіцієнті погодинної нерівномірності		
	I-район	II-район	III-район
0-1	1,00	1,3	1,3
1-2	1,00	1,3	1,3
2-3	1,00	1,3	1,3
3-4	1,00	1,3	1,3
4-5	2,00	2,3	2,3
5-6	3,00	3,3	3,3
6-7	5,50	5,4	5,4
7-8	6,50	5,8	5,8
8-9	6,50	6,5	6,5
9-10	5,50	6,2	6,2
10-11	4,50	5,8	5,8
11-12	5,50	6,1	6,1
12-13	7,00	5,45	5,45
13-14	7,00	5,45	5,45
14-15	5,00	5,1	5,1
15-16	4,50	5,8	5,8
16-17	5,00	5,3	5,3
17-18	6,50	5,7	5,7
18-19	6,50	5,4	5,4
19-20	5,00	4,7	4,7
20-21	4,50	4,2	4,2
21-22	3,00	3	3
22-23	2,00	2	2
23-24	1,00	1,3	1,3
Разом	100	100	100



3.Визначення регулюючого об'єму, м³ резервуарів чистої води

Таблиця 9

Години доби	Подача води насосами		Надходження води в резервуар	Витрата води з резервуара	Залишок води в резервуарі
	I підйому	II підйому			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
0-1	699,13	308,88	390,25		390,25
1-2	699,13	294,38	404,75		795,01
2-3	699,13	414,77	284,36		1079,37
3-4	699,13	414,77	284,36		1363,73
4-5	699,13	491,20	207,93		1571,67
5-6	699,13	567,63	131,50		1703,17
6-7	699,13	472,72	226,41		1929,58
7-8	699,13	507,11	192,02		2121,61
8-9	699,13	980,89		281,76	1839,85
9-10	699,13	952,51		253,38	1586,47
10-11	699,13	918,12		218,99	1367,49
11-12	699,13	945,50		246,37	1121,12
12-13	699,13	909,50		210,37	910,75
13-14	699,13	909,50		210,37	700,39
14-15	699,13	872,25		173,12	527,27
15-16	699,13	918,12		218,99	308,28
16-17	699,13	805,94		106,81	201,48
17-18	699,13	820,54		121,41	80,07
18-19	699,13	799,52		100,39	-20,32
19-20	699,13	740,92		41,79	-62,10
20-21	699,13	702,71		3,58	-65,68
21-22	699,13	746,67		47,54	-113,22
22-23	699,13	670,24	28,89		-84,32
23-24	699,13	614,83	84,30		-0,02
Всього	16779,2	16779,2	2234,80	2234,82	

Визначаємо об'єм резервуара чистої води. Повний об'єм резервуара чистої води РЧВ визначаємо за формулою:

$$W = W_p + W_{\text{пож}} + W_{\text{мах.хоз}} + W_{\text{с.н}} - W_{\text{н.с.ІІ}} = 2008,39 + 540 + 980,89 + 78,47 - 699,13 = 2908,62 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{пож}} = 3 * n * q_{\text{нар}} * 60 * 60 / 1000 = 3 * 2 * 25 * 60 * 60 / 1000 = 540 \text{ м}^3$$

$$W_p - \text{регулюючий об'єм: } -113,22 + 2121,61 = 2008,39 \text{ м}^3$$

Приймаємо резервуар чистої води круглої форми в плані с ємністю 4000 м³ с типовими розмірами: ширина 24 м, довжина 36 м

4.Визначення секундної витрати води

Таблиця 10

Одиниця	Населення району			Промислове підприємство			Витрата води з резервуару	Всього
	I	II	III	I	II	III		
І режим – година максимального водоспоживання								
м ³ /год	41,35	261,34	194,12	201,19	207,76	75,14	80,89	1061,79
л/с	11,49	72,59	53,92	55,886	57,71	20,872	22,47	272,47

5. Визначення питомої витрати $q_{\text{пит}}$, л/с

Район міста	Ділянка	Питома витрата,	Довжана ділянки	Шляхова витрата	Район міста	Ділянка	Питома витрата,	Довжана ділянки	Шляхова витрата
		л/с*м	м	л/с			л/с*м	м	л/с
		$q_{\text{пит I}}$		$q_{\text{шл}}$			$q_{\text{пит I}}$		$q_{\text{шл}}$
I	1-10	0,009	540	4,85	II	1-10	0,0116	460	5,32
	9-10	0,009	765	6,87		1-2	0,0116	1290	14,91
	2-9	0,009	710	6,38		2-9	0,0116	510	5,90
	8-9	0,009	755	6,78		8-11	0,0116	230	2,66
	8-11	0,009	800	7,18		2-3	0,0116	870	10,06
	7-8	0,009	1090	9,79		3-12	0,0116	450	5,20
	6-7	0,009	935	8,40		11-12	0,0116	870	10,06
	5-6	0,009	410	3,68		5-12	0,0116	730	8,44
	Σ		6005	53,92		5-6	0,0116	220	2,54
Район міста	Ділянка	Питома витрата,	Довжана ділянки	Шляхова витрата		4-5	0,0116	310	
		л/с*м	м	л/с		3-4	0,0116	340	3,93
		$q_{\text{пит I}}$		$q_{\text{шл}}$		Σ		6280	72,59
III	3-4	0,006	840	5,36					
	4-5	0,006	960	6,13					
	Σ		1800	11,49					

Таблиця 11

$q_{\text{в1}}$	12,54
$q_{\text{в2}}$	18,62
$q_{\text{в3}}$	9,67
$q_{\text{в4}}$	12,10
$q_{\text{в5}}$	12,19
$q_{\text{в6}}$	7,31
$q_{\text{в7}}$	9,09
$q_{\text{в8}}$	13,20
$q_{\text{в9}}$	12,96
$q_{\text{в10}}$	8,52
$q_{\text{в11}}$	9,95
$q_{\text{в12}}$	11,85
	138,00

6. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі.

1. Водопровідну мережу розбивають на розрахункові ділянки, що обмежені вузлами, які намічаються в місцях з'єднання магістральних водопровідних ліній, підключення водоводів до магістральної водопровідної мережі, точці підключення контр резервуара, в місцях зосереджених витрат води (точки відбору води на промпідприємства). При цьому відстань між вузлами повинна складати 500...1500м. При довжині водопровідної лінії більше 1500 м і відсутності на ній точки розрахункового водовідбору призначається додатковий вузол, що ділить лінію на дві приблизно однакові довжиною ділянки. Після розбивки мережі на розрахункові ділянки нумерують вузли і записують довжини ділянок (відстань між вузлами). При цьому кількість вузлів в кожному кільці складає не більше 4-6.

2. Враховують довжину магістральної водопровідної мережі (суми довжин розрахункових ділянок (окремо для кожного району міста). При цьому, якщо межа міських районів проходить вздовж магістральної водопровідної лінії, одну половину її довжини відносять до одного району, а іншу – до другого. В суму довжин не включають водопроводи від насосної станції, до водонапірної башти і на підприємствах. Сума довжин ліній по районах повинна скласти загальну суму довжин водопровідної мережі міста: $\sum l_I + \sum l_{II} = \sum l$.

3. Для кожного району вираховують питому витрату води, л/с*м

$$q_{питI} = \frac{q_{Н.I} + q_{вул.I} + q_{з.н.I}}{\sum l_I}, \text{ л/с*м}$$

$$q_{питII} = \frac{q_{Н.II} + q_{вул.II} + q_{з.н.II}}{\sum l_{II}}, \text{ л/с*м}$$

4. Вираховують шляхові витрати на всіх розрахункових ділянках (окремо для кожного району), л/с:

$$\text{I район} \quad q_{шл1-2} = q_{пит I} * l_{1-2}$$

$$q_{шл 2-3} = q_{пит I} * l_{2-3} \quad \text{і т.п}$$

$$\text{II район} \quad q_{шл 5-6} = q_{пит II} * l_{5-6}$$

$$q_{шл 6-7} = q_{пит II} * l_{6-7} \quad \text{і т.п.}$$

Після обчислення шляхових витрат перевіряють правильність цього обчислення:

$$\sum q_{\text{шл. I}} + \sum q_{\text{шл. II}} = q_{\text{н. I}} + q_{\text{н. II}} + q_{\text{вузл. I}} + q_{\text{вузл. II}} + q_{\text{з.н. I}} + q_{\text{з.н. II}}$$

5. Визначають вузлові витрати як напів суму всіх подорожніх витрат, що примикають до одного вузла, л/с:

$$q_{\text{вуз}} = \sum q_{\text{шл.}} / 2$$

При цьому слід пам'ятати, що повну подорожню витрату лінії, що проходить по межі районів, вираховують як суму подорожніх витрат, отриманих для цієї лінії (половини її довжини) в кожному з районів.

Після вираховування вузлових витрат виконують перевірку:

$$\sum q_{\text{шл. I}} + \sum q_{\text{шл. II}} = \sum q_{\text{вуз}}$$

Питомі, подорожні і вузлові витрати вираховують для всіх режимів (крім режиму пожежегасіння, для якого ці витрати такі ж, як і для режиму максимального водоспоживання).

6. Для кожного з розрахункових режимів складають окрему схему мережі, на яку наносять вузлові і зосереджені витрати (на підприємствах), витрати водоводів від насосної станції до мережі і на ділянці від контр резервуару. На схемі режиму пожежегасіння повинні бути показані зосереджені витрати для пожежегасіння. Розрахункова кількість одночасних пожеж приймається [2]; їх місце розташування приймають у найвіддаленіших і найвищих точках водонапірної мережі.

На розрахункових схемах здійснюють початкове поточкорозподілення, намічаючи стрілками напрямки руху води кожного з водопровідних ліній. При цьому враховують, що кількість води, що проходить до кожного з вузлів, повинна дорівнювати кількості води, що виходить з вузла, плюс вузлова витрата, тобто повинен дотримуватись баланс витрат в кожному вузлі:

$$\sum q = 0$$

**6.1. Гідравлічний розрахунок мережі режиму максимального
водопостачання**

Таблиця 12

Номер кільця	Номер ділянки	Довжина лінії, м	Попередній потокорозподіл		ІХ виправлення				
			q _{ік} , л/с	D, мм	q ₉	V ₉ , м/с	λ ₉	i ₉	h ₉
1	НС II-1	1680,00	125,00	355,00	132,98	1,34	0,03	0,01	11,23
	НС II-10	1600,00	125,00	355,00	117,02	1,18	0,03	0,01	-8,48
	1-10	1000,00	28,37	180,00	12,69	0,50	0,04	0,00	-2,71
									0,04
2	1-10	1000,00	28,37	180,00	12,69	0,50	0,04	0,00	2,71
	9-10	765,00	88,11	315,00	95,81	1,23	0,03	0,01	-5,08
	1-2	1290,00	107,41	315,00	99,71	1,28	0,03	0,01	9,20
	2-9	1220,00	10,00	160,00	13,69	0,68	0,04	0,01	-6,69
									0,15
3	2-9	1220,00	10,00	160,00	13,69	0,68	0,04	0,01	6,69
	8-9	765,00	65,15	280,00	69,16	1,12	0,03	0,01	-5,01
	8-11	1030,00	21,95	160,00	18,08	0,90	0,03	0,01	-9,27
	11-12	870,00	12,00	160,00	8,13	0,40	0,04	0,00	-1,90
	2-3	870,00	98,79	315,00	94,79	1,22	0,03	0,01	5,66
	3-12	450,00	60,00	250,00	60,26	1,23	0,03	0,01	4,01
									0,17
4	8-11	1030,00	21,95	160,00	18,08	0,90	0,03	0,01	9,27
	11-12	870,00	12,00	160,00	8,13	0,40	0,04	0,00	1,90
	5-12	730,00	60,15	250,00	56,54	1,15	0,03	0,01	5,79
	5-6	630,00	44,11	200,00	36,23	1,15	0,03	0,01	6,67
	6-7	935,00	20,91	180,00	28,79	1,13	0,03	0,01	-10,95
	7-8	1090,00	30,00	200,00	37,88	1,21	0,03	0,01	-12,51
									0,17
5	3-4	1180,00	29,12	200,00	24,86	0,79	0,03	0,01	6,35
	4-5	1270,00	17,02	180,00	12,76	0,50	0,04	0,00	3,48
	5-12	730,00	60,15	250,00	56,54	1,15	0,03	0,01	-5,79
	3-12	450,00	60,00	250,00	60,26	1,23	0,03	0,01	-4,01
									0,03
По місту									0,56

6.2. Гідравлічний розрахунок мережі режиму пожежогасіння

Таблиця 13

Номер кільця	Номер ділянки	Довжина лінії, м	Попередній потікорозподіл		ХІ виправлення				
			q _{ік} , л/с	D, мм	q ₁₀	V ₁₁ , м/с	λ ₁₀	i ₁₀	h ₁₀
1	НС П-1	1680,00	150,00	355,00	160,18	1,62	0,02	0,01	15,77
	НС П-10	1600,00	150,00	355,00	139,82	1,41	0,03	0,01	-11,72
	1-10	1000,00	21,48	180,00	16,03	0,63	0,04	0,00	-4,10
									-0,05
2	1-10	1000,00	21,48	180,00	16,03	0,63	0,04	0,00	4,10
	9-10	765,00	120,00	315,00	115,28	1,48	0,03	0,01	-7,11
	1-2	1290,00	125,52	315,00	130,25	1,67	0,03	0,01	14,98
	2-9	1220,00	20,04	160,00	19,09	0,95	0,03	0,01	-12,12
									-0,14
3	2-9	1220,00	20,04	160,00	19,09	0,95	0,03	0,01	12,12
	8-9	765,00	87,00	280,00	83,22	1,35	0,03	0,01	-7,01
	8-11	1030,00	20,80	160,00	22,12	1,10	0,03	0,01	-13,33
	11-12	870,00	10,85	160,00	12,17	0,61	0,04	0,00	-3,87
	2-3	870,00	101,94	315,00	105,72	1,36	0,03	0,01	6,90
	3-12	450,00	62,00	250,00	67,94	1,38	0,03	0,01	4,98
									-0,21
4	8-11	1030,00	20,80	160,00	22,12	1,10	0,03	0,01	13,33
	11-12	870,00	10,85	160,00	12,17	0,61	0,04	0,00	3,87
	5-12	730,00	61,00	250,00	68,26	1,39	0,03	0,01	8,15
	5-6	630,00	46,11	200,00	51,21	1,63	0,03	0,02	12,52
	6-7	935,00	43,91	180,00	38,82	1,53	0,03	0,02	-18,85
	7-8	1090,00	53,00	200,00	47,91	1,53	0,03	0,02	-19,18
									-0,15
5	3-4	1180,00	30,27	200,00	28,11	0,90	0,03	0,01	7,91
	4-5	1270,00	18,17	180,00	16,01	0,63	0,04	0,00	5,20
	5-12	730,00	61,00	250,00	68,26	1,39	0,03	0,01	-8,15
	3-12	450,00	62,00	250,00	67,94	1,38	0,03	0,01	-4,98
									-0,02
По місту									-0,58

7.Визначення вільних напорів у мережі

Для максимального режиму водоспоживання і режиму пожежогасіння визначають вільні напори в вузлах водопровідної мережі, та будують графік п'єзометричних ліній.

7.1.Визначення вільних напорів у мережі

Визначення вільних напорів для режиму максимального водоспоживання

Таблиця 14

Номер розрахункового вузла	Номер розрахункової ділянки	Втрати напору на ділянках	Необхідний вільний напір	Відмітки, м		Фактичний вільний напір
		h, м	НВ, м	П'єзометричні	Поверхні землі	НФ, м
НС II				113,34	42,80	69,39
	НС II-1	11,23				
1			30,00	100,96	46,80	54,16
	1-ВБ	-1,148				
ВБ			30,00	102,11	46,80	55,31
	ВБ-1	1,148				
1			30,00	100,96	46,80	54,16
	1-2	9,20				
2			30,00	91,76	45,70	46,06
	2-3	5,66				
3			30,00	86,10	43,40	42,70
	3-4	6,35				
4			18,00	79,75	45,70	34,05
	4-5	3,48				
5			30,00	76,27	42,80	33,47
	5-6	6,67				
6			30,00	69,60	39,60	30,00
	6-7	-10,95				
7			30,00	80,55	36,90	43,65
	7-8	-12,51				
8			30,00	93,06	39,20	53,86
	8-9	-5,01				
9			30,00	98,07	41,10	56,97
	9-10	-5,08				
10			30,00	103,15	42	61,15
	10-НС II	-8,48				
НС II				111,63	42,8	68,83

7.2.Визначення вільних напорів для режиму максимального водоспоживання + пожежогасіння

Таблиця 15

Номер розрахункового вузла	Номер розрахункової ділянки	Втрати напору на ділянках	Необхідний вільний напір	Відмітки, м		Фактичний вільний напір
		h, м	НВ, м	П'єзометричні	Поверхні землі	НФ, м
НС II				112,88	42,80	70,08
	НС II-1	15,77				
1			10,00	97,11	46,80	50,31
	1-2	14,98				
2			10,00	82,13	45,70	36,43
	2-3	6,90				
3			10,00	75,23	43,40	31,83
	3-4	7,91				
4			10,00	67,32	45,70	21,62
	4-5	5,20				
5			10,00	62,12	42,80	19,32
	5-6	12,52				
6			10,00	49,60	39,60	10,00
	6-7	-18,85				
7			10,00	68,45	36,90	31,55
	7-8	-19,18				
8			10,00	87,63	39,20	48,43
	8-9	-7,01				
9			10,00	94,64	41,10	53,54
	9-10	-7,11				
10			10,00	101,75	42	59,75
	10-НС II	-11,72				
НС II				113,47	42,8	70,67

ВОДОЗАБІРНІ СПОРУДИ

Вихідні дані

1.Водоспоживання.	16778 м ³ /добу
2.Перевищення відмітки подачі над поверхнею землі	15м
3.Найменування геологічних порід і їх потужність:	
Рослинний шар	0,5м
Пісок середньозернистий	15 м
Суглинок жовтий	13 м
Пісок різнозернистий водоносний	6 м
Мергель голубий	18 м
Крейда біла, міцна	10 м
Пісок середньозернистий, водоносний	19 м
Глина чорна	16 м
4.Напір над підошвою водоносного пласта	25 м
5.Коефіцієнт фільтрації найбільш потужного пласта	15м/добу

1.Визначення водоспоживання населеного пункту.

Розрахункова витрата води для водоспоживання населеного пункту.

$$Q_{\text{розр.}} = \sum Q \cdot K_2 = 16,78 \cdot 1,05 = 17,62 \text{ тис. м}^3/\text{добу.}$$

де: $K_2 = 1,05-1,1$ - коефіцієнт, який враховує витрату води на власні потреби, включаючи відкачку води з свердловин після ремонту, тривалих зупинок, промивку водопроводів та інше.

$\sum Q$ – сума добового споживання води населеним пунктом, м³/добу.

$$Q_{\text{персп.}} = Q_{\text{розр.}} \cdot K_4 = 17,62 \cdot 1,1 = 19,4 \text{ тис.м}^3/\text{добу.}$$

де: $K_4 = 1,1$ – коефіцієнт, який враховує збільшення водоспоживання населеним пунктом на перспективу на період до 15-20 років.

Таблиця 16

№ п/п	Водоспоживач	Розрахунковий період		Перспектива 15-20 років	
		Розрахункова витрата води			
		тис.м ³ /добу.	м ³ /с	тис.м ³ /добу.	м ³ /с
1	Населений пункт	17,62	0,2	19,4	0,22

2. Вибір водоносного шару і місця розташування водозабору.

Приймаємо напірний (міжпластовий) водоносний горизонт, оскільки над водоносним шаром присутній водоупор, а саме, глина чорна

3. Вибір типу і технологічної схеми водозабірних споруд.

В даному випадку приймаємо трубчаті (бурові) колодязі, які влаштовуються зазвичай в напірних водоносних шарах, які залягають на глибині більше 10м., і в перших від поверхні землі безнапірних шарах потужністю більше 10м. ($k \cdot m > 0,02$).

Так як потужність водоносного пласта $m = 19 \text{ м} < 25 \text{ м}$, попередньо розглядаємо варіант досконалої свердловини.

4. Гідрологічні і гідравлічні розрахунки. Насосне обладнання.

1) Максимально допустиме пониження рівня для напірних вод.

$$S_{\text{доп.}} \approx H - (0,3 \div 0,5) \cdot m - H_n - \Delta H_{\text{ф}} = 25 - 0,5 \cdot 19 - 6 - 4 = 5,5 \text{ м.}$$

де: H – початкова глибина води до водоупору відповідно в напірному пласті;

m – потужність напірного водоносного пласта;

H_n – максимальна глибина заглиблення верхнього фланця насоса під динамічний рівень води відповідно в напірній свердловині, (приймаємо 6 м);

$\Delta H_{\text{ф}}$ – втрати напору на вході в свердловину (опір фільтру і породи в присвердловинній зоні), приймаємо 4 м.

2) Розрахункове пониження рівня води в свердловині.

$$S_{\text{розн.}} \leq S_{\text{доп.}}$$

$$S_{\text{розн.}} = (0,9 \div 0,95) \cdot S_{\text{доп.}} = 0,9 \cdot 5,5 = 4,5 \text{ м. приймаємо 5 м}$$

3) Притік води до одиночного досконалого трубчатого колодязя в напірному водоносному шарі.

$$Q = \frac{2.73 \cdot k \cdot m \cdot S}{I g_r^R} = \frac{2.73 \cdot 15 \cdot 19 \cdot 5}{I g_{0.15}^{193.6}} = 1251 \text{ м}^3/\text{доб.} = 52,125 \text{ м}^3/\text{год.}$$

де: k – коефіцієнт фільтрації найбільш потужного пласта;

m – потужність напірного водоносного пласта;

$S_{\text{рознр.}}$ – розрахункова величина пониження рівня води в колодязі;

r – радіус колодязя, приймаємо 150 мм.

Радіус впливу колодязя змінюється в залежності від складу порід водоносного шару і може бути розрахована за емпіричною формулою.

$$R = 10S\sqrt{K} = 10 \cdot 5 \cdot \sqrt{15} = 193,6\text{м.}$$

де: K – коефіцієнт фільтрації найбільш потужного пласта;

$S_{\text{рознр.}}$ – розрахункова величина пониження рівня води в колодязі.

4) Попередній вибір насоса

$$H_{\text{нас.}} = (Z_{\text{пов.зем.}} - Z_{\text{стат.рів.}}) + \Delta Z + S_{\text{рознр.}} + \sum \Delta h$$

$Z_{\text{пов.зем.}}$ – відмітка поверхні землі;

$Z_{\text{стат.рів.}}$ – відмітка статичного рівня води;

$S_{\text{рознр.}}$ – розрахункова величина пониження рівня води в колодязі;

ΔZ – перевищення відмітки подачі води над поверхнею землі 15 м;

$\sum \Delta h$ – сумарні втрати напору, попередньо приймаємо $5 \div 10$ м.

$$H_{\text{нас.}} = (39 - 19) + 15 + 5 + 10 = 50 \text{ м.}$$

Попередньо приймаємо насос марки: ЕЦВ 12 – 210 – 145 ($H = 145$ м) $Q = 225$

Мін діаметр свердловини в місці розміщення насоса $\varnothing 300$ мм.

5) Розрахунок фільтра.

Діаметр фільтра приймаємо $d_{\text{ф}} = 300 - 100 = 200$ мм.

Можлива довжина фільтра

$$l_{\text{ф}} = m - 2 = 19 - 2 = 17 \text{ м.}$$

За рекомендаціями [2] для пісків середньої крупності приймаємо сітчастий фільтр з щільною перфорацією каркасу.

Допустима швидкість фільтрації:

$$V_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{K} = 65 \cdot \sqrt[3]{15} = 160,3 \text{ м/добу}$$

Площа робочої частини фільтра:

$$F = \pi \cdot d_{\phi} \cdot l_{\phi} = 3,14 \cdot 0,2 \cdot 17 = 10,68 \text{ м}^2.$$

Пропускна здатність водоприймальної частини фільтра:

$$Q_{\phi} = F_{\phi} \cdot V_{\phi} = 10,68 \cdot 160,3 = 1712 \text{ м}^3/\text{добу} = 71,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Враховуючи пропускну здатність фільтра приймаємо витрату свердловини:

$$Q_{\text{св.}} = Q_{\phi} = 1712 \text{ м}^3/\text{добу} = 71,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

6) Потрібна кількість свердловин:

$$\text{На розрахунковий період: } n_{\text{розр.}} = \frac{Q_{\text{розрах.}}}{Q_{\text{свердл.}}} = \frac{17620}{1712} = 10,3 \approx 11 \text{ шт.} + 2 \text{ резерв.} \\ = 13 \text{ шт.}$$

$$\text{На перспективу: } n_{\text{персп.}} = \frac{Q_{\text{персп.}}}{Q_{\text{свердл.}}} = \frac{19400}{1712} = 11,3 \approx 12 \text{ шт.} + 2 \text{ резерв.} = 14 \text{ шт.}$$

7) Уточнення витрати свердловини:

$$Q_{\text{св}}^{\text{розрах.}} = \frac{Q_{\text{розрах.}}}{n} = \frac{17620}{11} = 1601,8 \text{ м}^3/\text{добу} = 66,74 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$Q_{\text{св}}^{\text{персп.}} = \frac{Q_{\text{персп.}}}{n} = \frac{19400}{12} = 1616,7 \text{ м}^3/\text{добу} = 67,36 \text{ м}^3/\text{год.}$$

8) Уточнення значень S та R:

$$S = \frac{Q \cdot \lg \frac{R}{r}}{2,73 \cdot k \cdot m} = \frac{1616,7 \cdot \lg \frac{193,6}{0,15}}{2,73 \cdot 15 \cdot 19} = \frac{1616,7 \cdot 3,11}{778,05} = 6,46 \text{ м.}$$

При такому пониженні статичного рівня, радіус впливу свердловини становить:

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{K} = 10 \cdot 6,46 \cdot \sqrt{15} = 250 \text{ м.}$$

Уточнюємо S з врахуванням уточненого R = 337 м.

$$S = \frac{1616,7 \cdot \lg \frac{250}{0,15}}{2,73 \cdot 15 \cdot 19} = \frac{1616,7 \cdot 3,22}{778,05} = 6,7 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot 6,7 \cdot \sqrt{15} = 260 \text{ м.}$$

$$S = \frac{1616,7 \cdot \lg \frac{260}{0,15}}{2,73 \cdot 15 \cdot 25} = \frac{5236,3}{778,05} = 6,73 \text{ м.}$$

$$R = 10 \cdot 6,73 \cdot \sqrt{15} = 260 \text{ м.}$$

9) Перевірка можливості розміщення насосного обладнання в межах $Z_{\text{дин}}$.

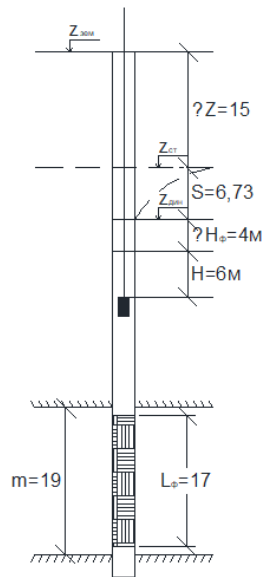


Рис.1. Схема розташування насосного обладнання в свердловині

10). Вибір схеми розташування свердловин.

Приймаємо лінійне розташування свердловин. Відстань між свердловинами у відповідності до рекомендацій для середньозернистих пісків та продуктивності колодця менше $100 \text{ м}^3/\text{год}$, приймаємо 150 м , (рекомендовано $120 - 150 \text{ м}$).

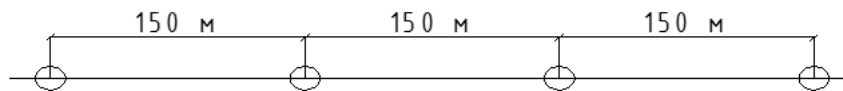


Рис.2. Схема розташування свердловин

11) Визначення пониження статичного рівня групового водозабору внаслідок взаємовпливу.

а) за розрахункову приймаємо свердловину, що працює в найгірших умовах – центральну.

б) визначаємо кількість свердловин, що на неї впливають.

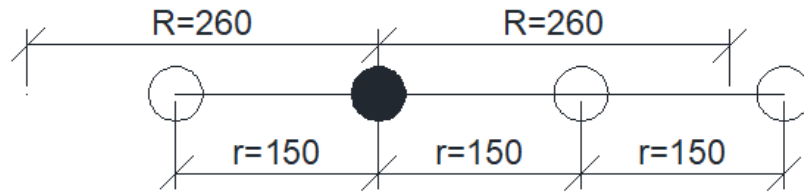


Рис.3. Розрахункова схема свердловин

Так, як відстань між свердловинами $l = 150$ м, а розрахунковий радіус впливу свердловини $R = 260$ м, то на кожну свердловину впливає не весь груповий водозабір, а лише дві суміжні свердловини. Тому розглядаємо взаємний вплив 3-ьох свердловин.

З урахуванням взаємовпливу групи трубчатих колодязів можливе пониження рівня води в розглянутому колодязі групового водозабору.

$$S_0 = \frac{Q_{\text{сум}}}{2 * \pi * k * m} \left(\ln \frac{R}{r_{\text{пр}}} + \alpha_0 * \ln \frac{\delta}{\pi * r} + \xi_1 \right) =$$

$$= \frac{3 * 1616.7}{2 * 3.14 * 19 * 25} \left(\ln \frac{260}{55.5} + 0.33 * \ln \frac{75}{3.14 * 0.15} + 0 \right) = 5.23i$$

де: $Q_{\text{сум}}$ – розрахункова витрата води для водоспоживання населеного пункту;

k – коефіцієнт фільтрації найбільш потужного пласта;

m – потужність водоносного пласта;

$r_{\text{пр}}$ – приведений радіус загальної системи водозабору.

Для лінійної системи $r_{\text{пр}} = 0,37 \cdot l = 0,37 \cdot 150 = 55,5$ м;

l – в даному випадку становить 150 м;

$$\alpha_0 = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33$$

де: n – кількість свердловин, що розглядаються;

r – радіус колодязя, приймаємо 150 мм;

ξ – коефіцієнт, що враховує фільтраційний опір викликаний недосконалістю колодязя (в даному випадку колодязь досконалий $\xi = 0$).

12). Втрати напору в фільтрі і прифільтровій зоні

$$\Delta h_{\phi} = \Delta H_{\phi} = \frac{Q \cdot \xi_2}{6,28 \cdot k \cdot m} = \frac{1616,7 \cdot 4}{6,28 \cdot 15 \cdot 19} = 3,6 \text{ м.}$$

ξ_2 – опір фільтра (згідно [3] для піска середньої крупності діаметр часток яких 0,25 – 0,5 мм приймаємо сітку 18/130 з розміром чарунок 0,17 мм за графіком (в) для $K = 15 \text{ м}^3/\text{добу}$ $\xi_2 = 4$).

13) Мінімальна глибина занурення насоса у свердловину

$$Z_{\text{ст}} = Z_{\text{підосви водо упору}} - H = 39 - 19 = 20 \text{ м.}$$

$$H_{\text{гл.насоса}} = Z_{\text{ст}} + S_0 + \Delta H_{\phi} + H_{\text{н}} = 20 + 5,23 + 3,6 + 6 = 34,83 \text{ м.}$$

де: підпір над фланцем насоса = 2 м. (за паспортом для ЕЦВ 12 – 210 – 145).

4. Розрахунок сумісної роботи свердловини, насосів та водоводів

Таблиця 17

Q, л/с.	H(2d), м	H _φ , м	H _{ст} , м	S, м
0	49,83	0	49,83	0
10		1,93	49,83	- 4,66
20		3,86	49,83	- 9,32
30		5,79	49,83	- 13,98
35		7,72	49,83	- 18,64

H(2d) – втрати напору в напірних водоводах;

2d+S – втрати напору в напірних водоводах + значення розрахункових понижень при цій витраті;

S₀ – значення розрахункових понижень при даній витраті

$$S_0 = \frac{Q_{\text{сум.}}}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot m} \cdot \left(\ln \frac{R}{r_{\text{пр}}} + \alpha_0 \cdot \ln \frac{\delta}{\pi \cdot r} + \xi_1 \right) = \frac{3 \cdot 10 \cdot 3,6 \cdot 24}{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 19} \left(\ln \frac{260}{55,5} + 0,33 \cdot \ln \frac{75}{3,14 \cdot 0,15} + 0 \right) = 4,66$$

$$H_{\phi} = \frac{Q \cdot \xi_2}{6,28 \cdot k \cdot m} = \frac{10 \cdot 3,6 \cdot 24 \cdot 4}{6,28 \cdot 15 \cdot 19} = 1,93 \text{ м.}$$

H_{ст} – статичний напір (H_{ст} = H_{гл.насоса} + ΔZ = 34,83 + 15 = 49,83 м.);

ΔZ – перевищення відмітки подачі води над поверхнею землі 15 м;

де: 3 – надлишковий напір, що враховує перевищення відмітки подаючого трубопроводу над відміткою поверхні землі;

Q-H – характеристика насоса (береться з паспорта насоса).

5. Розрахунок втрат напору у водопід'ємних і напірних трубопроводах

Таблиця 18

Назва труб, діаметр, довжина		$h_l = 1,1 \cdot 1000i \cdot l$, для $Q_{св}$ л/с.				
		0	10	20	30	35
Співвідношення $Q/Q_{св}$		0	0,32	0,65	1	1,13
Водопід'ємні $d = 150$ мм $l = 90$ м.	Q , л/с.	0	8	17	26,8	30
	h	0	0,8	1,59	2,45	2,77
Магістраль 1 – 2 $d = 250$ мм $l = 160$ м	Q , л/с.	0	8	17	26,8	30
	h_{1-2}	0	0,09	0,2	0,3	0,34
Співвідношення $Q/Q_{св}$		0,5	0,66	0,82	1	1,06
Магістраль 2 – 3 $d = 350$ мм $l = 150$ м	Q , л/с.	26,8	35,4	43,9	53,6	56,8
	h_{2-3}	0,1	0,13	0,16	0,2	0,21
Співвідношення $Q/Q_{св}$		0,67	0,77	0,88	1	1,04
Магістраль 3 – 4 $d = 400$ мм $l = 120$ м	Q , л/с.	53,9	61,9	70,6	80,4	83,6
	h_{3-4}	0,1	0,12	0,13	0,15	0,16

Водопід'ємні: $Q = 26,8$ л/с; $d = 150$ мм; $V = 1,43$ м/с; $1000i = 24,7$.

Рекомендована швидкість для водопід'ємних труб $V = 1,5 \div 2$ м/с.

Магістраль 1 – 2: $Q = 26,8$ л/с; $d = 250$ мм; $V = 0,51$ м/с; $1000i = 1,83$

Магістраль 2 – 3: $Q = 53,6$ л/с; $d = 350$ мм; $V = 0,52$ м/с; $1000i = 1,24$

Магістраль 3 – 4: $Q = 80,4$ л/с; $d = 400$ мм; $V = 0,61$ м/с; $1000i = 1,39$

Рекомендована швидкість для магістральних труб:

$V = 0,4 \div 0,7$ м/с, при $d = 100 \div 400$ мм;

7. Розрахунок зон санітарної охорони

1. Зони санітарної охорони повинні передбачатися на всіх проєктованих і таких, що реконструюються водопроводах господарсько-питного призначення з метою забезпечення їхньої санітарно-епідеміологічної надійності.

2. Зони водопроводу повинні включати зону джерела водопостачання в місці забору води (включаючи водозабірні споруди), зону і санітарно-захисну смугу 2 водопровідних споруд (насосних станцій, станцій підготовки води, ємностей) і санітарно-захисну смугу водоводів.

Зона джерела водопостачання в місці забору води повинна складатися з трьох поясів: першого — строгого режиму, других і третього — режимів обмеження. Зона водопровідних споруд повинна складатися з першого пояса і смуги (при розташуванні водопровідних споруд за межами другого пояса зони джерела водопостачання).

3. Проект зон санітарної охорони водопроводу повинен розроблятися з використанням даних санітарно-топографічного обстеження територій, намічених до включення в зони і смуги, а також відповідних гідрологічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних і топографічних матеріалів.

4. Проектом зон санітарної охорони водопроводу повинні бути визначені: границі поясів зони джерела водопостачання, зони і смуги водопровідних споруд і смуги водоводів, перелік інженерних заходів щодо організації зон (об'єкти будівництва, знос будівель, благоустрій і т.п.) і опис санітарного режиму в зонах і смугах.

5. Проект зон санітарної охорони водопроводу повинний узгоджуватися з органами санітарно-епідеміологічної служби, геології (при використанні підземних вод), а також з іншими зацікавленими міністерствами і відомствами і затверджуватися у встановленому порядку.

6. Інженерні заходи щодо ліквідації забруднень територій, водотоків, водойм і водоносних об'єктів у другому і третьому поясах зон, а також у межах смуг повинні виконуватися за рахунок засобів підприємств, що є джерелами цих забруднень.

7. Проект зон водопроводу повинний розроблятися з урахуванням розвитку системи водопостачання на перспективу.

ОЧИСНІ СПОРУДИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

1. Вибір технології очищення води

На основі відомостей про якість води та вимоги споживача робимо висновок про відповідність якості води нормам по всім показникам, крім вмісту заліза і фтора. Передбачаємо знезалізнення та фторування води.

Метод знезалізнення, розрахункові параметри та дози реагентів приймаємо на основі результатів технологічних досліджень, виконаних безпосередньо у джерела водопостачання. Згідно рекомендаціям [1] при вмісті заліза загального до 10 мг/л, в т.ч. двовалентного більше 70%; рН > 6,8; вмісті сірководню до 2 мг/л та лужності більше ніж $(1 + \text{Fe}^{2+}/28)$ слід приймати спрощену аерацію з наступним фільтруванням води на швидких фільтрах.

Спрощену аерацію здійснюємо виливанням води у канал фільтра з висотою виливу – 0,5-0,6 м.

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

$$Q = \alpha \cdot Q_{\text{кор}} = 1,03 \cdot 16779,2 = 17282,6 \text{ м}^3 / \text{доб}$$

де α – коефіцієнт, враховує витрату води на власні потреби очисної станції, $\alpha = 1,03$ з повторним використанням промивних вод від фільтрів ([1], п. 6.6).

2. Розробка висотної схеми споруд

При компоюванні 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 36,2 приймаємо позначку землі біля РЧВ. Максимальний рівень води у резервуарах становить 42,2.

Втрати напору у трубопроводах від фільтрів до РЧВ 0,5 м, то ж позначка води на виході з фільтрів 41,4. Втрати напору у фільтрах 3,2 м, вода виливається в канал фільтра з висоти 0,5 м, то ж позначка на вході до фільтрів 43,9.

Висотна схема наведена у графічній частині проекту.

3. Розрахунок швидких 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:

$$F_{\phi} = \frac{Q_{oc}}{T_{ст} v_n - n_{np} q_{np} - n_{np} v_n \tau_{np}} = \frac{17282,6}{24 \cdot 7 - 2 \cdot 5,04 - 2 \cdot 7 \cdot 0,33} = 132,9 \text{ м}^2$$

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

$v_n = 7$ м/год – розрахункова швидкість фільтрування за нормального режиму, [1, табл.21], $n_{np} = 2$ – кількість промивок фільтра за добу; q_{np} – питома витрата води на одну промивку

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

де $q'_{np} = 14$ л/с·м², – інтенсивність промивки;

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

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

$$\text{Кількість фільтрів: } N_{\phi} = \frac{1}{2} \sqrt{F_{\phi}} = \frac{1}{2} \sqrt{132,9} = 5,76 \approx 6$$

$$\text{Площа одного фільтра: } f_{\phi} = \frac{132,9}{6} = 22,15 \text{ м}^2$$

Приймаємо розмір одного фільтра $4,5 \times 6 = 27 \text{ м}^2$. Тоді кількість фільтрів $\frac{132,9}{27} = 4,92 \approx 5$

При цьому необхідно забезпечити співвідношення:

$$v_{\phi} = \frac{v_n N_{\phi}}{N_{\phi} - N_1} = \frac{7 \cdot 5}{5 - 1} = 8,8 \leq 10 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де v_{ϕ} – швидкість фільтрування за форсованого режиму, яка не повинна перевищувати 10 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 1,2 м з крупністю часточок 1,0 мм; еквівалентний діаметр зерен 1,2...1,3 мм, коефіцієнт

неоднорідності завантаження $K_n = 1,5...2,0$. Підтримуючі шари гравію загальною висотою 0,6 м.

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

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

$$Q_{np} = F_{\phi}^0 \cdot q'_{np} \cdot 10^{-3} = 27 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 0,378 \text{ м}^3 / \text{с}$$

де $F_{\phi}^0 = 27 \text{ м}^2$ – площа одного фільтра ($L \times B$).

Визначаємо діаметр колектора [1, п.6.106] $d_{\kappa} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{np}}{\pi \cdot v_{\kappa}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,378}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,53 \approx 0,5 \text{ м}$

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

Площа дна фільтра, що приходить на одне відгалуження:

$$f_{\text{відг}} = (3 - 0,53) \cdot 0,3 = 0,741 \text{ м}^2, \text{ де } 0,3 \text{ м} - \text{відстань між відгалуженнями.}$$

Витрата промивної води у одному відгалуженні:

$$q_{\text{відг}} = f_{\text{відг}} \cdot q'_{np} = 0,741 \cdot 14 = 10,377 \text{ л/с}$$

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

Загальна кількість відгалужень на кожному фільтрі при відстані між їх осями 0,3 м.

$$n_{\text{відг}}^{\text{заг}} = \frac{4,5}{0,3} = 15 \text{ шт}$$

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

$$\sum f_{\text{отв}} = \frac{0,25 \cdot 27}{100} = 0,0675 \text{ м}^2 = 675 \text{ см}^2.$$

Площа одного отвору f_0 складає: $f_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,000079 \text{ м}^2$

Розраховуємо загальну кількість отворів n_0 для фільтра $n_0 = \frac{\sum 0,0675}{0,000079} = 854 \text{ шт}$

Кількість отворів $n_0^{\text{відг}}$ на одному відгалуженні $n_0^{\text{відг}} = \frac{n_0}{n_{\text{заг}}^{\text{відг}}} = \frac{857}{15} \approx 57 \text{ шт}$

Для збирання і відведення промивної води з фільтрів передбачаються жолоби. Відстань між вісями сусідніх жолобів $l = 1,5$ м [1, п. 6.111].

Розраховуємо витрату води $q_{ж}$, що припадає на один жолоб:

$$q_{ж} = \frac{Q_{пр}}{n_{жс}} = \frac{0,378}{3} = 0,126 \text{ м}^3/\text{с}.$$

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

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

Таким чином, прямокутна частина жолоба дорівнює:

$$h_n = 0,75 \cdot B_{жс} = 0,75 \cdot 0,5 = 0,38 \approx 0,4 \text{ м}$$

Корисна висота жолоба $h_{жс}$ становить: $h_{жс} = h_n + 0,5B_{жс} = 0,4 + 0,5 \cdot 0,5 = 0,65$ м.

Конструктивна висота $h_{жс}^k$: $h_{жс}^k = h_{жс} + 0,08 = 0,65 + 0,08 = 0,73$ м.

Визначаємо відстань $H_{жс}$ від поверхні фільтруючого завантаження до кромки жолоба: $H_{жс} = H_3 \cdot a_3 + 0,3 = 1,5 \cdot 0,3 + 0,3 = 0,75$ 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:

$$H_{кан} = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{кан}^2}{gB_{кан}^2}} + 0,2 = 1,73 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,378^2}{9,81 \cdot 0,7^2}} + 0,2 = 0,74 \text{ м}$$

де $B_{кан}$ – ширина каналу, м ($B_{кан} = 0,7$ м).

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

$$v_{кан} = \frac{q_{кан}}{B_{кан} (H_{кан} - 0,2)} = \frac{0,378}{0,7 \cdot (0,74 - 0,2)} = 1 \text{ м/с}.$$

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

а) втрати напору в отворах труб розподільчої системи

$$h_{p.c.} = \left(\frac{2,2}{a^2} + 1 \right) \cdot \frac{v_k^2}{2g} + \frac{v_{відс}^2}{2g} = \left(\frac{2,2}{0,24^2} + 1 \right) \cdot \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,81} + \frac{1,28^2}{2 \cdot 9,81} = 2,96 \approx 3 \text{ , м}$$

де $a = 0,0675/0,2826 = 0,24$ – відношення загальної площі всіх отворів у розподільчій системі до площі перерізу колектора;

б) втрати напору в фільтруючому шарі визначаються за формулою:
$$h_{\phi} = (a + b \cdot W) \cdot H_3 = (0,76 + 0,017 \cdot 14) \cdot 1,5 = 1,5 \text{ м}$$

де $a = 0,76$, $b = 0,017$.

в) втрати напору в підтримуючому гравійному шарі висотою

$$h_{н.ш.} = 0,022 \cdot H_{н.ш.} \cdot q'_{np} = 0,022 \cdot 0,6 \cdot 14 = 0,19 \text{ м}$$

г) втрати напору в трубопроводі $h_{тр}$, який подає промивну воду у колектор розподільчої системи: $h_{mp} = i \cdot l = 0,007 \cdot 100 = 0,7 \text{ м}$

де $l = 100 \text{ м}$ – загальна довжина трубопроводу, $i = 0,007 \text{ м/м}$ – гідравлічний ухил.

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

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

Таким чином, загальна величина втрат напору h при промивці швидкого фільтра складає: $h = h_{p.c.} + h_{\phi.ш.} + h_{н.ш.} + h_{mp} + h_{м.о.} = 3 + 1,5 + 0,19 + 0,7 + 0,26 = 5,65 \text{ м}$

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

$$\text{Об'єм води в промивному баку, м}^3 W_{бака} = 0,378 \cdot 360 \cdot (1+1) = 272,2 \approx 300 \text{ м}^3$$

Напір води для промивки фільтрів приймаємо $6,15 \text{ м}$ з врахуванням розрахованих втрат напору.

4. Фторування води

Дозу реагенту, що містить фтор (Na_2SiF_6), визначаємо за формулою:

$$D_{\phi} = \left[ma - (F^-) \right] \frac{100}{k} \cdot \frac{100}{C_{\phi}}$$

де m – коефіцієнт, що враховує втрати фтору залежно від місця введення реагенту, при введенні реагенту після очисних споруд ($m=1$); a – необхідна концентрація фтору в питній воді, приймаємо 1 мг/л ; (F^-) – вміст фтору у вихідній

воді; k – вміст фтору в чистому реагенті, приймаємо $k=60\%$ ([6] табл.40); C_0 – вміст чистої речовини в технічному продукті, приймаємо 95% ([6] табл.40).

$$D_{\phi} = [1 \cdot 1 - 0,2] \frac{100}{60} \cdot \frac{100}{95} = 1,4 \frac{\text{мг}}{\text{л}}$$

Витрата фтору за добу складає: $q_{\phi} = \frac{Q_{oc} \cdot D_{\phi}}{1000} = \frac{17282,6 \cdot 1,4}{1000} = 24,2 \text{ кг}$

Витрату насиченого розчину при 20°C визначаємо за формулою:

$$q_c = \frac{D_{\phi} \cdot Q_{oc}}{nR} = \frac{1,4 \cdot 17282,6}{24 \cdot 7,3} = 138,1 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де D_{ϕ} – доза фтору, Q – витрата оброблювальної води; n – кількість сатураторів у фтораторній, R – розчинність кремнефтористого натрію.

Площа перетину циліндричної частини сатуратора

$$F_u = \frac{q_c}{3600 \cdot V} = \frac{138,1}{3600 \cdot 0,05} = 0,8 \text{ м}^2$$

де V – швидкість прямування розчину в циліндричній частині сатуратора, приймаємо $0,05 \text{ м/с}$.

Діаметр сатуратора:

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \cdot F_u}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,8}{3,14}} = 1 \text{ м}$$

Висота циліндричної частини:

$$H_u = 3,6 \cdot tV = 3,6 \cdot 7 \cdot 0,05 = 1,26 \text{ м}$$

де $t=7 \text{ год}$ – час перебування розчину в сатураторі.

Об'єм циліндричної частини сатуратора

$$W_u = H_u \cdot F = 1,26 \cdot 0,8 = 1 \text{ м}^3$$

Висота нижньої конічної частини сатуратора:

$$H_k = 0,5(1,26 - 0,15) \text{tg} 30^{\circ} = 0,55 \text{ м}$$

Об'єм нижньої конічної частини сатуратора:

$$W_k = \frac{1}{3} \pi H_k \left[\left(\frac{D}{2} \right)^2 + \left(\frac{d}{2} \right)^2 + \frac{D+d}{2} \right] = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,55 \left[\left(\frac{1}{2} \right)^2 + \left(\frac{0,15}{2} \right)^2 + \frac{1+0,15}{2} \right] = 0,95 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм сатуратора:

$$W_c = W_u + W_k = 1 + 0,95 = 1,95 \text{ м}^3$$

Кремнефтористий натрій подається зі складу пневмотранспортом від вакуум-насосу, встановленого у приміщенні фтораторної. Подача здійснюється у вакуум-бункер ємністю 180л. Звідки через секторний живильник реагент, що містить фтор, надходить у сатуратор.

5. Розрахунок піскового господарства

Піскове господарство призначене для підготовки кар'єрного піску, відмивання забрудненого завантаження.

Об'єм піску у всіх фільтрах: $W_n = 5 \cdot 27 \cdot 1,2 = 162 \text{ м}^3$,

Річна потреба 10% $W_n = 16 \text{ м}^3$ (довантаження),

При вмісті піску в кар'єрному продукті 55%, потреба на станції перед пуском:

$$W_{кп} = \frac{162 \cdot 100}{55} = 295 \text{ м}^3$$

Щорічна потреба $W_{кп}^1 = 29,5 \text{ м}^3$

Прийнято пісковий майданчик 18 x 18 м.

6. Споруди для повторного використання промивної води

Промивні води після фільтрів належить відстоювати. Відстояну воду перекачують у трубопроводи перед фільтрами. Осад, що утворюється при відстоюванні, підлягає зневодненню. Воду, що виділяється в процесі згущення також спрямовують в початок технологічної схеми. Повторно використану воду хлорують дозою 2 мг/дм³.

Після промивки фільтрів вода поступає до резервуара-усереднювача для вирівнювання швидкостей руху та конструкцій забруднень.

Потім вода подається до вертикальних відстійників. Відстояна вода насосом подається в голову ОС. Відстоювання здійснюється у тонкошаровому відстійнику.

Площа тонкошарового блоку:

$$F_{роб} = \frac{Q_{год}}{q_0} = \frac{7,2}{4,5} = 1,6 м^2$$

Площа вертикального відстійника:

$$F_{роб} = \frac{Q \cdot 1000}{0,1 \cdot 3600} = \frac{7,2 \cdot 1000}{0,1 \cdot 3600} = 20 м^2, \text{ приймаємо 1 відстійник, площею}$$

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 0,9 \text{ при } D=6м, F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 0,9 = 25,43 м^2$$

Осад з відстійників подається у згущувачі та на утилізацію.

7. Розрахунок споруд знезараження води

Знезаражуємо воду хлором. Годинна витрата хлору:

$$Q_{хл} = \frac{Q_{ос} \cdot D_{хл}^{зн}}{24 \cdot 1000} = \frac{17282,6 \cdot 3}{24 \cdot 1000} = 2,16 кг / год = 51,85 кг / год$$

Приймаємо хлоратори за ([4] табл.IV.2) – 1 хлоратор ЛК-11С та 1 резервний:

$$q_{хл} = 0,5 \dots 5 кг / год; .$$

Діаметр підходящого патрубку ежектору – 25 мм.

Габаритні розміри 500x200x125 мм, маса 12 кг.

Хлорне господарство розміщуємо в окремій хлораторній.

$$\text{Запас хлору: } Q_{хл}^3 = \frac{Q_{хл} \cdot 30}{1000} = \frac{51,85 \cdot 30}{1000} = 1,56 \approx 2 шт$$

НАСОСНА СТАНЦІЯ II-ГО ПІДЙОМУ

1. Розрахункова подача НС-II

$$Q_{НС} = 900 \text{ м}^3/\text{год} = 250 \text{ л/с.}$$

Визначаємо діаметр напірних водоводів:

$$Q_{НВ} = Q_{НС}/2 = 250/2 = 125 \text{ л/с.}$$

Приймаємо напірні водоводи діаметром 355 мм, $V=1,26$, $1000i=6,9$ м/км.

Втрати напору-11,23м

2.Визначення розрахункового напору насосів НС-II

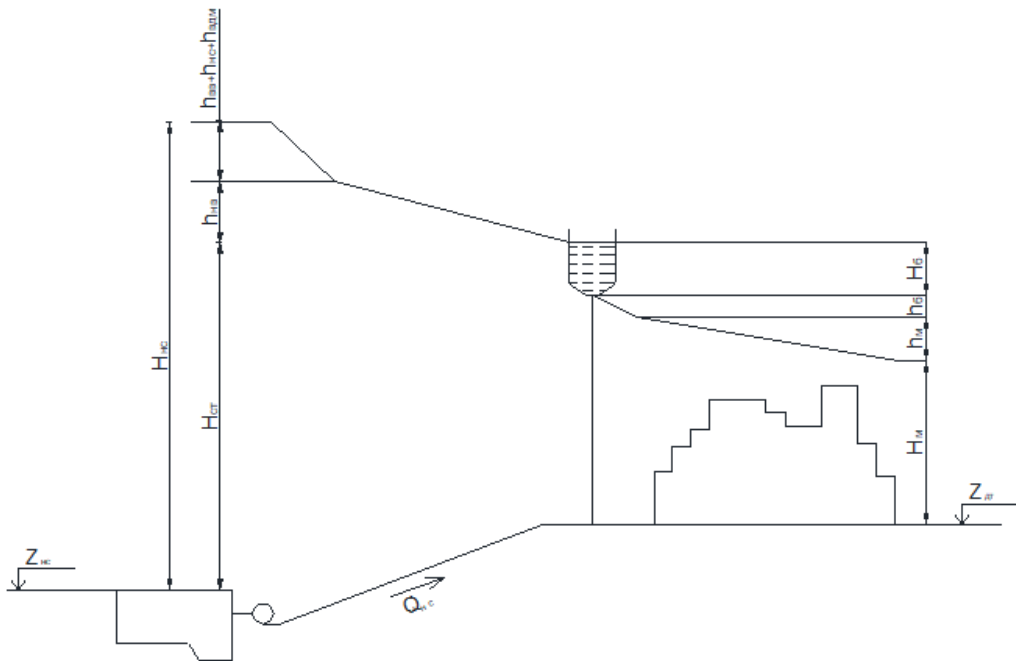


Рис. 4. Схема визначення напорів насосів II-го підйому

Визначаємо потрібний напір НС-II:

$$H_{НС} = H_{ст} + h_{вв} + h_{нс} + h_{вдл} + h_{нв}$$

Втрати напору в напірних водоводах:

$h_{НВ} = 11,23$ м (з гідравлічного розрахунку, режим максимального водоспоживання);

$h_{ВВ} = 0,5$ м- втрати напору у всмоктувальних водоводах;

$h_{НС} = 2$ м- втрати напору в насосній станції;

$h_{ВДМ} = 1,5$ м- втрати напору в водолічильнику.

Визначаємо статичний напір:

$$H_{ст} = z_{дт} + H_{г} - z_{нс} + h_{М} + h_{Башт} + H_{башт} = 39,6 + 30 - 42,8 + 31,36 + 1,148 + 6 = 65,31 \text{ м}$$

$h_{М} = 31,36$ м- втрати напору в мережі (з гідравлічного розрахунку, режим максимального водоспоживання).

$h_{Башт} = 1,148$ м-втрати напору в башті(з гідравлічного розрахунку, режим максимального водоспоживання)

$H_{башт} = 6$ м – висота башти

Тоді напір насосної станції другого підйому буде дорівнювати:

$$H_{НС} = 65,31 + 11,23 + 0,5 + 2 + 1,5 = 80,54 \text{ м}$$

Визначаємо необхідний напір НС II на момент пожежі:

$$H_{НС,пож} = H_{ст,пож} + h_{ВВ} + h_{НС} + h_{ВДЛ} + h_{НВ,пож} + h_{М,пож} + h_{Башт} + H_{Башт}$$

Статичний напір буде дорівнювати:

$$H_{ст,пож} = z_{дт} + H_{віл,пож} - z_{нс} + h_{М,пож} + h_{Башт} + H_{Башт} = 39,6 + 10 - 42,8 + 47,51 = 54,31 \text{ м}$$

$h_{НВ,пож} = 15,77$ м (з гідравлічного розрахунку, режим пожежогасіння);

$h_{М,пож} = 47,51$ м (з гідравлічного розрахунку, режим пожежогасіння);

Пожежний напір насосної станції буде дорівнювати:

$$H_{НС,пож} = 54,31 + 0,5 + 2 + 1,5 + 15,77 = 74,08 \text{ м}$$

2.1 Розрахунок характеристик напірних водоводів

Таблиця 19

	Параметри	Відношення $Q/Q_{нс}$					
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,20
		Витрата Q , л/с					
		0,00	62,50	125,00	187,50	250,00	300,00
Два водоводи							
1	$H_{ст}$	65,31	65,31	65,31	65,31	65,31	65,31
2	$h_{ВВ}$	0	0,03	0,13	0,28	0,50	0,72
3	$h_{НС}$	0	0,13	0,50	1,13	2,00	2,88
4	$h_{ВДЛ}$	0	0,09	0,38	0,84	1,50	2,16
5	$h_{НВ}$	0	0,70	2,81	6,32	11,23	16,17
	$H_{НС}$	65,31	66,26	69,12	73,88	80,54	87,24
Один водовод							
9	$h_{ВДЛ}$	0	0,38	1,50	3,38	6,00	8,64
10	$h_{НВ}$	0	2,81	11,23	25,27	44,92	64,68
	$H_{НС}$	65,31	68,65	78,67	95,36	118,73	142,23

Аварія. Два водоводи, одна перемичка							
11	$h_{НВ}$	0	1,75	7,02	15,79	28,08	40,43
12	$H_{НС}$	65,31	67,31	73,33	83,35	97,39	111,50

Пожежогасіння

	Параметри	Відношення $Q/Q_{нс}$					
		0	0,25	0,5	0,75	1	1,2
		Витрата Q , л/с					
		0	75	150	225	300	360
1	$h_{ВВ}+h_{ВДЛ}+h_{НС}$	0,00	0,25	1,00	2,25	4,00	5,76
2	$h_{НВ}$	0,00	0,99	3,94	8,87	15,77	22,71
3	$H_{ст}$	54,31	54,31	54,31	54,31	54,31	54,31
4	$H_{НС}$	54,31	55,55	59,25	65,43	74,08	82,78

2.2 Добір насосів

Підбираємо господарські насоси за параметрами НС: $Q_{нс}=225 \text{ м}^3/\text{год}$ або $62,5 \text{ л/с}$, $H=86,0\text{м}$. Приймаємо Д200-90 Дк=270 4 робочих та 3 резервних, при пожежі вмикається 1 додатковий насос (5 робочих та 2 резервних)

Таблиця 20

Основні технічні характеристики насоса 1Д200-90							
Типорозмір насосу	Параметры			Параметры электродвигуна		Маса, кг	Маса электродвигуна
	$Q, \text{ м}^3/\text{год}$	$H, \text{ м}$	$K3, \text{ м}$	Марка	Мощность, кВт		
1Д200-90	200	90	5,9	А 250 М2	90	490	755

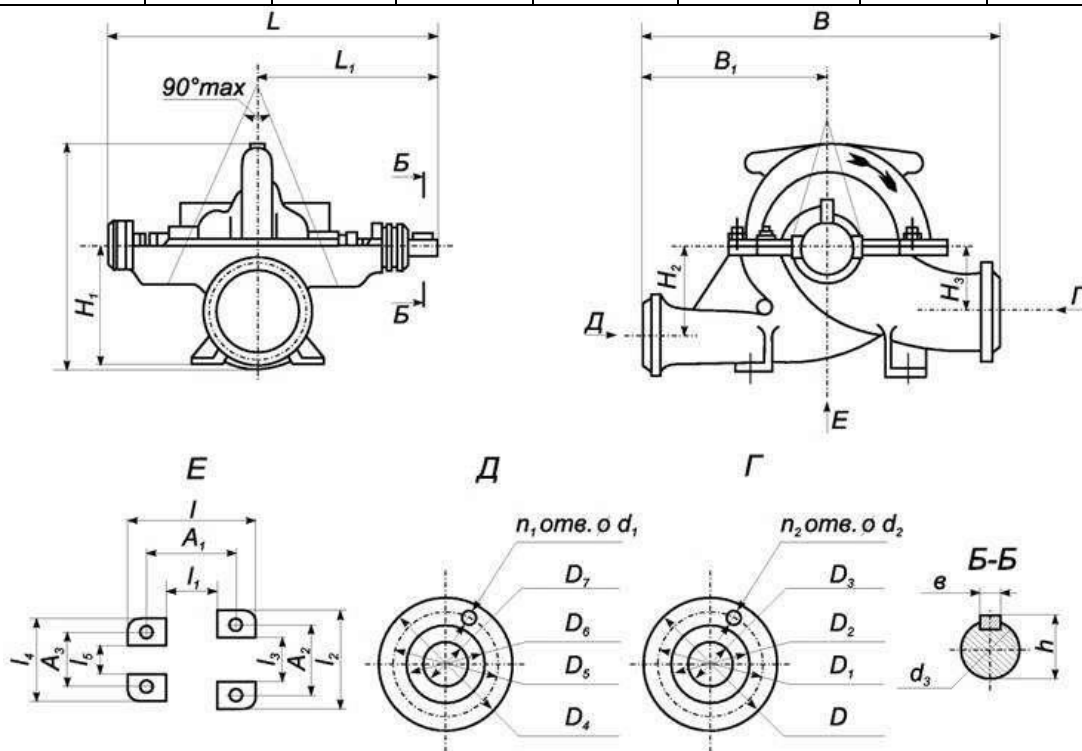


Рис.5. Креслення насоса 1Д200-90

Розміри насосов 1Д200-90.

Таблиця 21

Тип насоса	Размеры в мм															
	L	L1	I	I1	I2	I3	I4	I5	B	B1	H	H1	H2	H3	A1	A2
1Д200-90	766	420	335	165	370	220	250	100	530	250	495	260	170	170	270	320
Тип насоса	Размеры в мм															Р, МПа
	D	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	d	d1	d2	d3	n	n1	b	Вх /вых
1Д 200-90	260	225	202	150	215	180	158	100	18	18	24	36	8	8	10	0,6/1,6

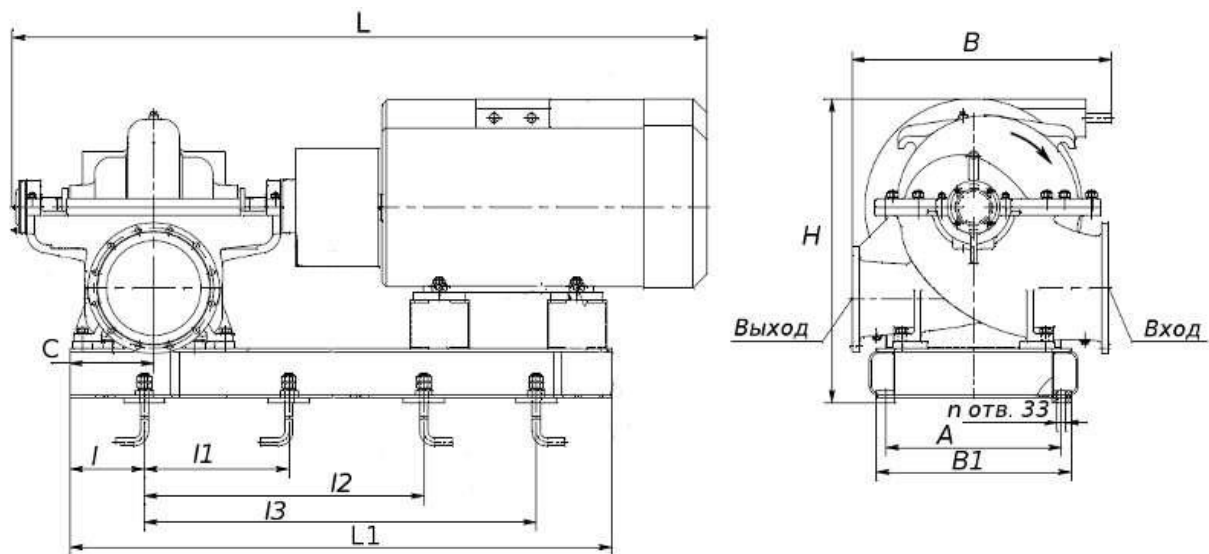


Рис. 6. Розміри насосу

Таблиця 22

Розміри насосних агрегатів Д200-36, 1Д 200-90.												
Тип насоса	Размеры, мм											
	L	L1	l	l1	l2	l3	B	B1	A	H	h	n
1Д200-90	1705	1330	190	-	-	910	530	460	400	805	480	4

2.3 Визначення діаметрів трубопроводів насосної станції II

Зовнішні напірні водоводи: розрахункова витрата одного напірного водовода $Q_{нв} = Q_{нс}/2 = 250/2 = 125$ л/с добираємо сталеві електрозварні труби діаметром 350мм

Зовнішні усмоктувальні водоводи: розрахункова витрата одного усмоктувального водовода:

$$Q_{вв} = Q_{нс}/(n_{ув}-1) = 250/(2-1) = 250 \text{ л/с.}$$

Добираємо сталеві електрозварні труби діаметром 500 мм для усмоктуючих трубопроводів та діаметром 350 для напірного колектору.

2.4 Внутрішні трубопроводи насосної станції (сталь)

Таблиця 23

п/п	Назва трубопроводу	Q, л/с	d, мм	V, м/с
1	Всмоктуючий до насоса	62,5	250	1,18
2	Напірний від насоса	62,5	200	1,82
3	Всмоктуючий колектор	250	500	1,48
4	Напірний колектор	250	300	2,42

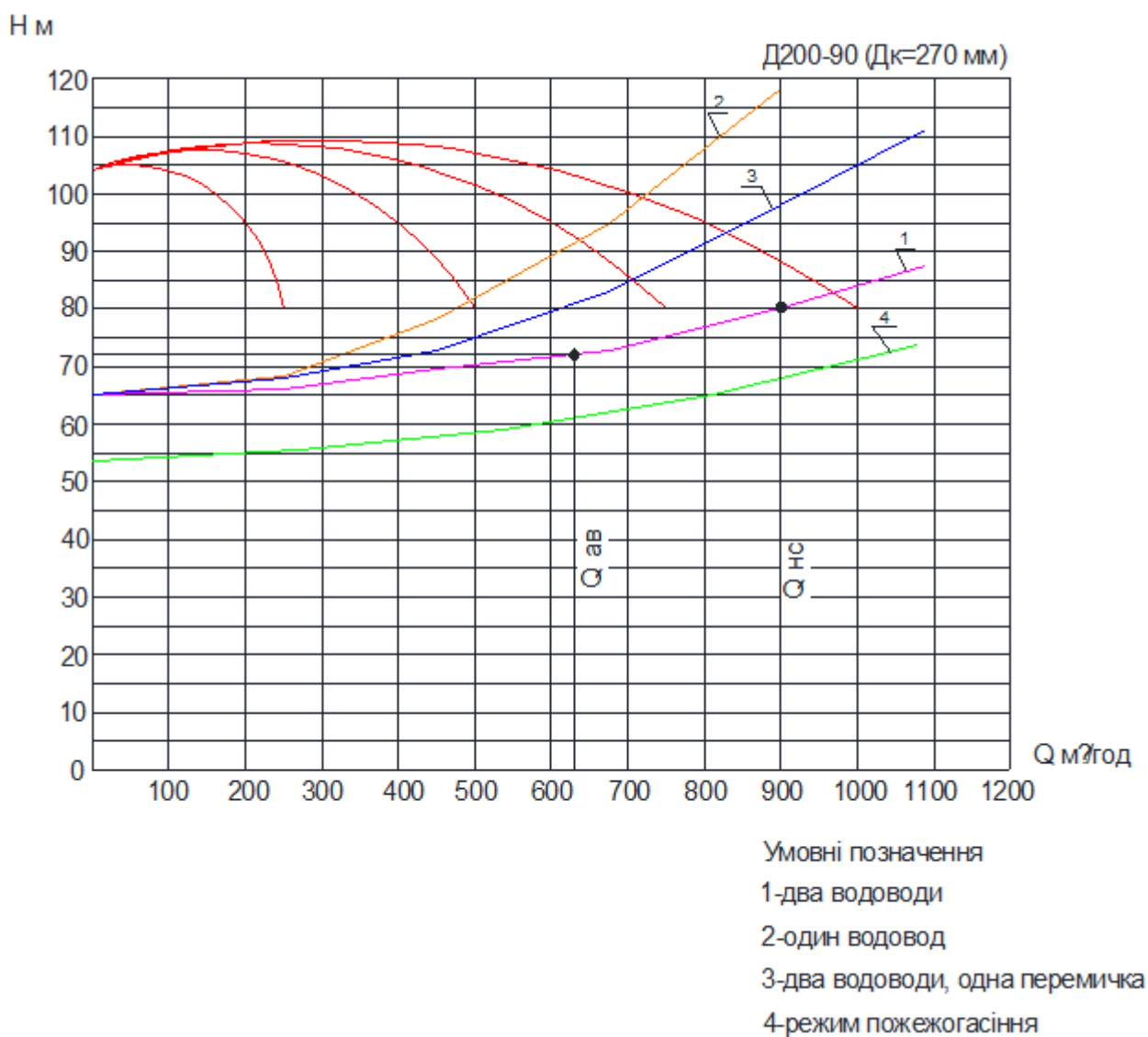


Рис 7. Графік сумісної роботи насосної станції II-го підйому

Висновок: При аварії одного з водоводів подача води здійснюється 3-ма насосами

2.5 План розташування насосних агрегатів

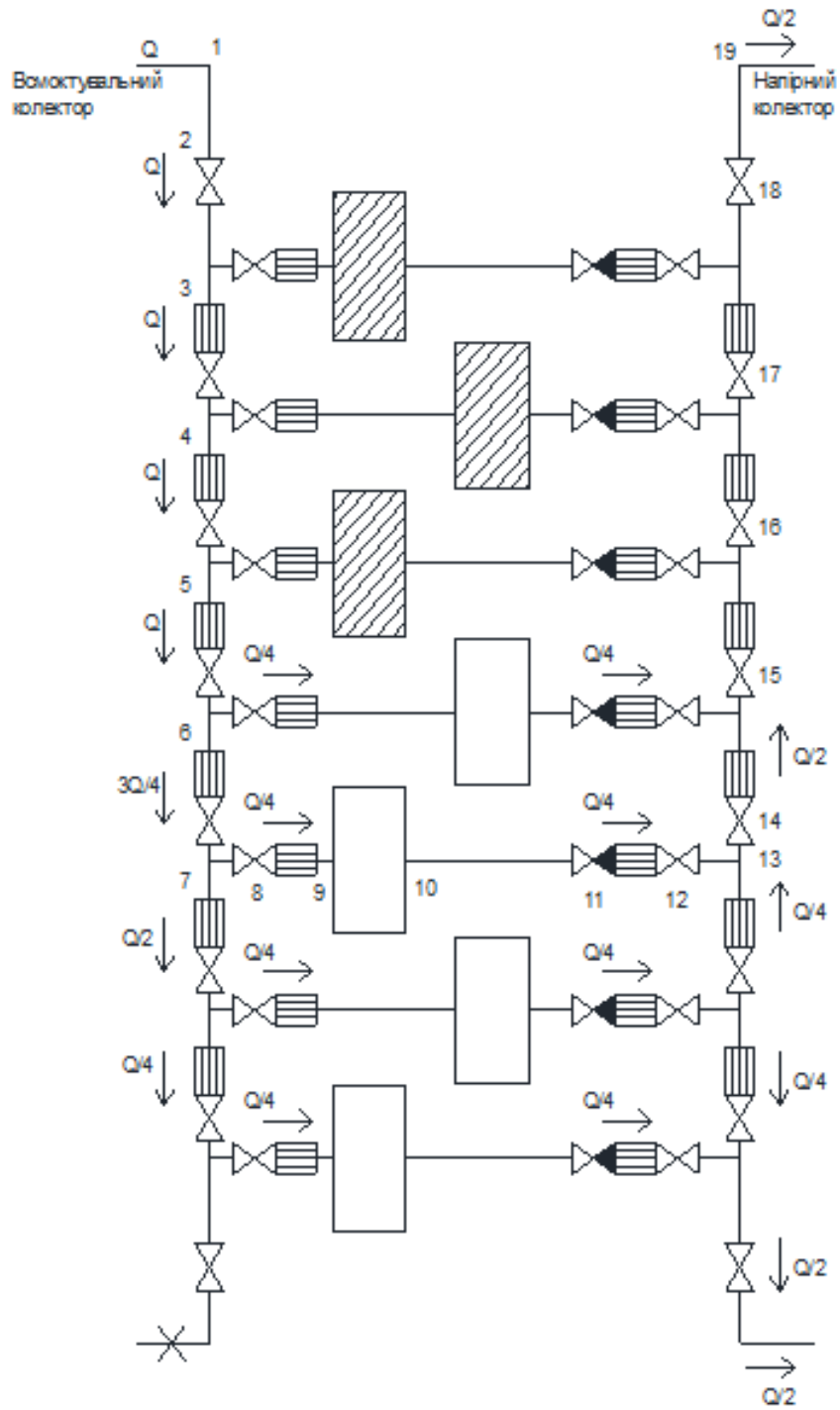


Рис. 8. Схема машинного залу

3. Визначення висоти фундаменту насосів

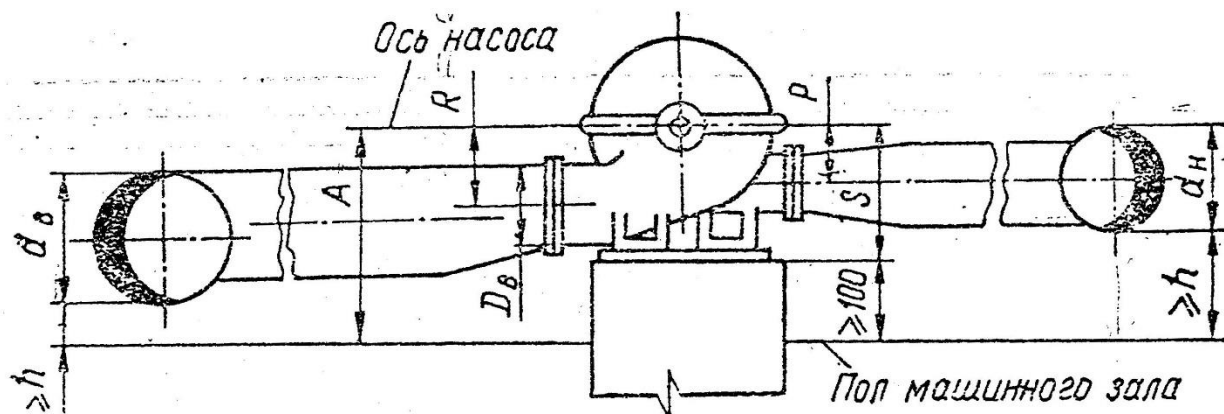


Рис. 9. Схема до визначення висотного розташування насосу

$$A_1 = P + 0,5 \cdot d_H + h = 170 + 0,5 \cdot 300 + 250 = 570 \text{ мм};$$

$$A_2 = R - 0,5 \cdot D_B + d_B + h = 170 - 0,5 \cdot 250 + 500 + 300 = 845 \text{ мм};$$

$$A_3 = S + 500 = 460 + 500 = 960 \text{ мм}.$$

Приймаємо $A = 960$ мм.

3.1 Визначення відмітки осі насоса

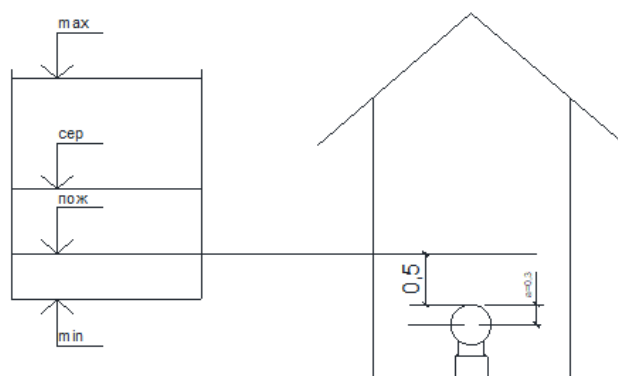


Рис. 10. Схема висотного розміщення насосу

$$Z_{\text{пож}} = Z_{\text{н.с.}} - 0,5 + Z_{\text{мін}} = 42,8 - 2,4 + 1 = 41,4$$

$$Z_{\text{насос}} = Z_{\text{пож.}} - 0,5 - a = 41,4 - 0,3 - 0,5 = 40,6$$

$$Z_{\text{фад}} = Z_{\text{іаііі.}} - A_3 = 40,6 - 0,96 = 39,6$$

Висота фундаменту 510 мм.

4. Вибір водоміра

На насосних станціях II підйому нормами передбачено встановлення в якості водолічильника діафрагму з відносним звуженням $m=0,2$.

В напірному водоводі $D=500$ мм максимальна розрахункова витрата $Q_{\max}=250$ л/с проходить зі швидкістю $V=1,48$ м/с.

$$h_{\text{ааі}} = \frac{V^2}{2g} \cdot \left(\frac{1}{m^2} - 1 \right) \cdot (1 - m)$$

$$h_{\text{ааі}} = \frac{1,48^2}{2 \cdot 9,81} \cdot \left(\frac{1}{0,2^2} - 1 \right) \cdot (1 - 0,2) = 1,92 \text{ м}$$

$h_{\text{ВДМ}}=1,92$ м знаходиться в межах 1–2м, тобто умова виконується.

5. Добір запірної–регулюючої арматури

Засувки: $D_y=200$ мм; $L=330$ мм; тип шпинделя – висувний; потужність електродвигуна 0,18 кВт; маса 112 кг; тиск 1 МПа;

$D_y=250$ мм; $L=450$ мм; тип шпинделя – висувний; потужність електродвигуна 0,6 кВт; маса 242 кг; тиск 1 МПа;

$D_y=300$ мм; $L=500$ мм; тип шпинделя – висувний; потужність електродвигуна 1,3 кВт; маса 310 кг; тиск 1 МПа.

$D_y=500$ мм; $L=700$ мм; тип шпинделя – невисувний; потужність електродвигуна 1,3 кВт; маса 899 кг; тиск 1 МПа.

Зворотні клапани: $D_y=250$ мм; довжина 120 мм; вид клапана – безударний фланцевий; тиск 1,6 МПа; маса 52,5 кг.

Сальникові компенсатори: $D_y=200$ мм; довжина 550 мм; маса 76 кг ;

$D_y=250$ мм; довжина 550 мм; маса 103 кг ;

$D_y=300$ мм; довжина 550 мм; маса 120 кг .

$D_y=500$ мм; довжина 600 мм; маса 245 кг .

5.1 Визначення втрат напору в насосній станції

Таблиця 25

№ позиції	Місцеві опори	d, мм	Q, л/с	ζ	v, м/с	v ² /2g, м	ζ×v ² /2g, м
1	Коліно	500	250	0,6	1,48	0,112	0,067
2,3,4,5	Засувка	500	250	0,2×4	1,48	0,112	0,089
6	Засувка	500	187,5	0,2	0,92	0,043	0,009
7	Трійник	250	62,5	1,6	1,23	0,077	0,123
8	Засувка	250	62,5	0,2	1,23	0,077	0,015
9	Перехід звужуючий	150	62,5	0,1	3,54	0,639	0,064
10	Перехід розширюючий	100	62,5	0,25	8,46	3,648	0,912
11	Зворотній клапан	200	62,5	1,7	1,99	0,202	0,343
12	Засувка	200	62,5	0,4	1,99	0,202	0,081
13	Трійник	200	62,5	1,6	1,99	0,202	0,323
14	Засувка	300	62,5	0,4	0,85	0,037	0,015
15,16,17,18	Засувка	300	125	0,4×4	1,7	0,147	0,236
19	Коліно	300	125	0,6	1,7	0,147	0,088
						Всього	2,365

6. Добір підйомно-транспортного обладнання

При проектуванні насосної станції бажано передбачати в'їзд транспорту з вантажем, що монтується безпосередньо на монтажну площадку всередині насосної станції. Біля транспорту, на якому знаходиться обладнання, повинен бути прохід не менше 0,7 м.

Висота верхньої будівлі:

$$H_{\text{буд}} > h_{\text{тр}} + 0,4 + h_{\text{г}} + h_{\text{с}} + h_1 + H + 0,3.$$

Використовуємо підвісний кран з електроприводом вантажопід'ємністю 1–5 т.

$$H_{\text{буд}} = 1,2 + 0,4 + 0,84 + 1 + 1,705 + 0,8 = 5,95 \text{ м.}$$

Приймаємо $H_{\text{буд}} = 6 \text{ м.}$

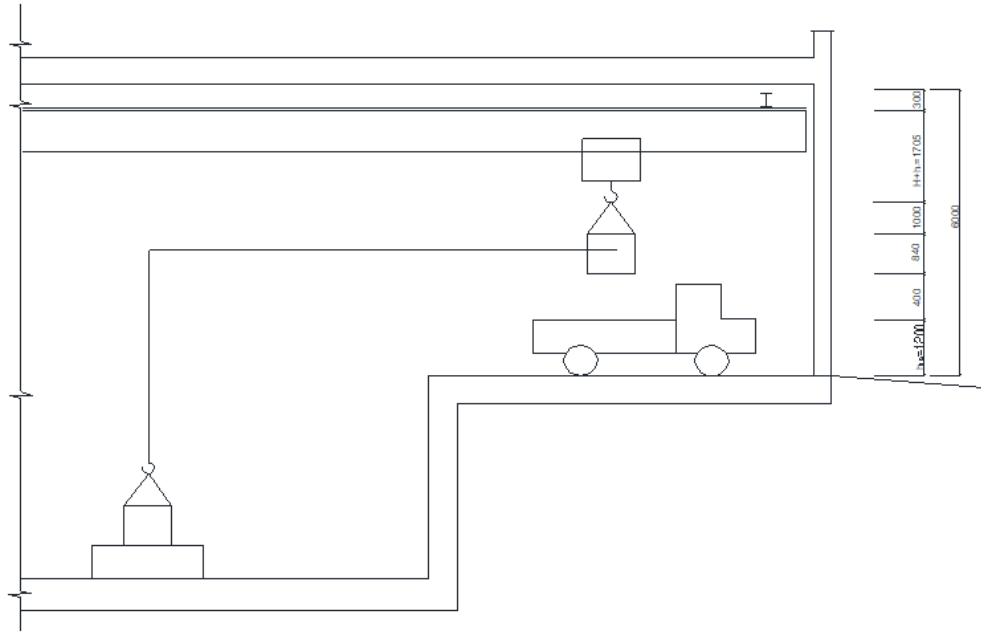


Рис. 11. Схема підйомно-транспортних операцій в заглибленій насоній станції

6.1 Технічні характеристики підвісного крану

Таблиця 25

Довжина, м	Вантажопідйомність, т	Проліт, м	Розміри					Потужність електродвигуна, кВт	№ двотавра	Маса кг
			h+N	l ₁	l ₂	C	B			
11,4	3,2	6	1705	750	1200	1500	1865	4,5	36	1500

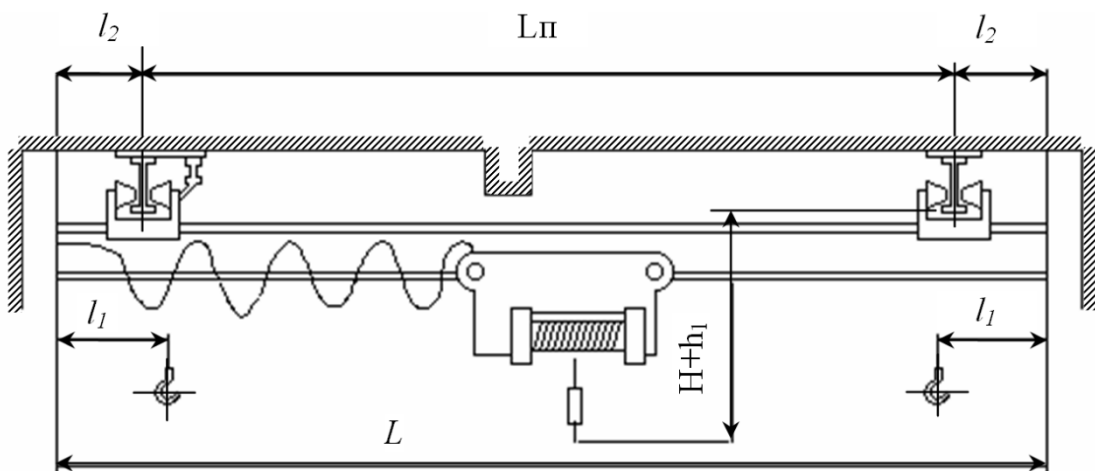


Рис. 12. Схема підвісного крану

Вантажопідйомність та габарити автомобіля ГАЗ-51А:

- вантажопідйомність 2500т;
- розміри автомобіля 5725×2250×2130 мм;
- розміри платформи 3070×2070×1200 мм;
- мінімальні розміри монтажної площадки 3770×3470 мм.

7. Електрична частина насосної станції

Необхідна для насосної станції потужність трансформаторів визначається потужністю привідних електродвигунів основної групи насосів, допоміжних насосів, підйомного обладнання:

$$S = k_c \cdot \sum \frac{P_H}{\eta_{\text{дв}} \cdot \cos \varphi} + 50 = 0,8 \cdot 4 \cdot \frac{90}{0,79 \cdot 0,85} + 50 = 588,9 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Приймаємо два трансформатори потужністю 400 кВА кожний, а також два трансформатори для власних потреб потужністю 160 кВА.

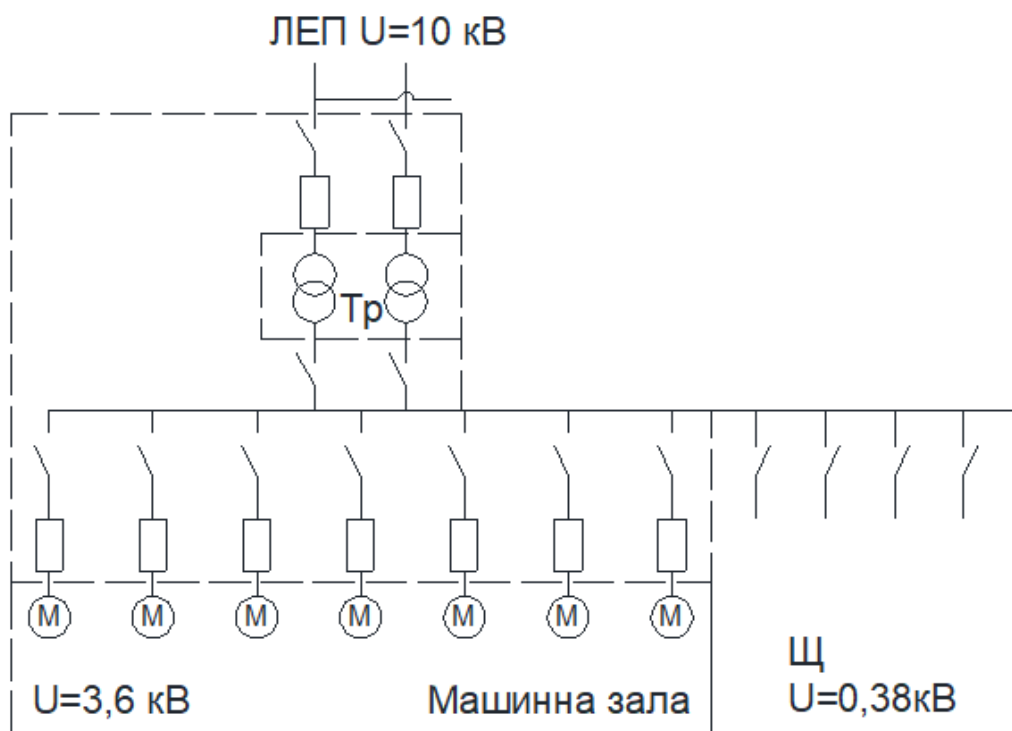


Рис. 13. Схема електричних з'єднань

7.1 Розміри камер трансформаторів

Таблиця 26

Потужність, кВА	Висота, м	Кочення вузькою стороною,м		Кочення широкою стороною,м	
		Глибина, м	Ширина, м	Глибина, м	Ширина, м
400	3,6	3,5	2,9	3	3,5

8. Добір додаткового насосного обладнання

Подача дренажних насосів:

$$Q_d = (1,5-2) \Sigma q_1$$

Σq_1 – сумарні витрати води крізь сальники.

$$Q_d = 1,5 \cdot 14 \cdot 0,05 = 1,05 \text{ л/с.}$$

Приймаємо два дренажних насоси марки Міні ГНОМ, $Q=1,94$ л/с, $H=7$ м (1 робочий; 1 резервний).

Подача аварійних осушувальних насосів:

$$Q_{ав} = \frac{0,5F}{3,6t} = \frac{0,5 \cdot 12 \cdot 36}{3,6 \cdot 2} = 30 \text{ л/с}$$

де F – площа машинної зали;

t – час відкачки, приймаємо 2 години.

Для осушування приймаємо два насоси ГНОМ 100-25 (1 робочий; 1 резервний).

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЛІКАРНІ

1. Вихідні дані

Джерелом резервного водопостачання КНП «Київська міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги» є артезіанська свердловина, розташована на території лікувального закладу. Свердловина призначена для забезпечення безперебійного водопостачання лікарні у разі аварійних ситуацій або обмеження подачі води з міської водопровідної мережі.

Таблиця 27

Основні показники проекту

№ п/п	Назва показника	Значення
1	Місцезнаходження водозабірної свердловини	Територія лікарні
2	Розряд свердловини	Розвідувально-експлуатаційна
3	Система водопостачання	Резервна, у складі міської системи
4	Кількість свердловин	1
5	Потреба у воді	9 м ³ /год (піково)
6	Очікуваний дебіт свердловини	9 м ³ /год
7	Глибина свердловини	95,0 м
8	Глибина до статичного рівня	9,0 м
9	Глибина до динамічного рівня	14,0 м
10	Глибина залягання водоносного горизонту	80 м
11	Водовміщуючі породи	Піски мілкозернисті
12	Діаметр свердловини	140 мм
13	Тип фільтру	Поліпропеленовий
14	Тип насосу	Pedrollo 4Sr8\24 (трьохфазний)
15	Насосна станція	Підземного типу за типовими кресленнями ТП 901-2-178,91; Ø 2,0 м

Результати аналізу складу води із свердловини

Показник	Од. вим.	Вхідна вода	Вимоги до очищеної води	Розрахункові показники очищеної води
рН	Од.	6,72	6,5-8,5	6,25
Каламутність	мг/л	0,79	<0,58	<0,58
Забарвленість	град	9,0	<20,0	-
Запах	бал	2*	<2	<2
Жорсткість загальна	мг-екв/л	6,3	<7,0	<1,65
Залізо	мг/л	0,207	<0,2	<0,2
Марганець	мг/л	0,06	<0,05	<0,05
Сухий залишок	мг/л	589,0	<1000,0	<200,0
Амоній	мг/л	0,017	<0,5	<0,01
Окиснюваність	мгО ₂ /л	1,03	<5,0	<0,8
Лужність	мг-екв/л	2,3	Не нормується	<0,6
Нітрати	мг/л	9,41	<50,0	<7,5
Кремній	мг/л	2,72	<10,0	<0,8
Хлориди	мг/л	218,0	<250,0	<65,0
Сульфати	мг/л	53,1	<250,0	<20,0
Нафтопродукти	мг/л	<0,1**	<0,1	<0,1
Натрій та Калій	мг/л	83,7	<200,0	<25,0
Інші показники	прийнято згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10.			

Згідно з результатами лабораторних досліджень, вихідна вода **не повністю відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10** за наступними показниками:

- каламутність;
- запах;
- вміст заліза;
- вміст марганцю.

Це обумовлює необхідність застосування багатоступеневої системи механічної та мембранної очистки води.

2. Принцип роботи системи очистки

2.1. Пояснення технологічної схеми

Принципова технологічна схема очищення природної води передбачає застосування блочної системи водопідготовки, яка працює в складі міської системи водопостачання та забезпечує підготовку води для споживачів з підвищеними вимогами до якості, зокрема лікувальних закладів. Основна подача води здійснюється з міської водопровідної мережі, тоді як підземне джерело у вигляді артезіанської свердловини на території лікарні, використовується як резервне джерело водопостачання на випадок аварійних або регламентних відключень.

У штатному режимі експлуатації очищення та доочищення води, що надходить з міської мережі, здійснюється на вузлі водопідготовки. У разі відсутності або недостатності міського водопостачання система переводиться на живлення від артезіанської свердловини, забір води з якої здійснюється глибинним насосом.

Розроблена схема включає послідовні процеси механічної та мембранної обробки води. На першому етапі вода проходить механічне очищення на дисковому фільтрі Azud (поз. 1) з видаленням крупних завислих домішок, після чого надходить на систему тонкого механічного очищення ОТС2162А (поз. 2) на базі фільтраційної колони 2162.

Перед подачею води на установку зворотного осмосу здійснюється дозування антискаланту за допомогою станції дозування (поз. 3) для запобігання утворенню сольових відкладень на мембранних елементах. Далі вода під високим тиском подається на установку зворотного осмосу з вузлом промивки (поз. 4), укомплектовану мембранними модулями. У результаті мембранного поділу утворюється очищена вода (пермеат) та концентрат.

За необхідності передбачено коригування мінерального складу очищеної води шляхом дозування розчину солей ремінералізації станцією Aqua M130 (поз. 5), а також підмішування вихідної води. Підготовлена вода накопичується в ємності чистої води (поз. 6), яка забезпечує вирівнювання добової та годинної нерівномірності водоспоживання.

Подача води споживачам здійснюється насосною станцією II-го підйому (поз. 7) з

частотним регулюванням продуктивності. Перед надходженням у міську водопровідну мережу та до будівель лікарні вода проходить знезараження на установці ультрафіолетового знезараження Pallas (поз. 8).

У разі відсутності водорозбору протягом двох і більше діб передбачено автоматичний режим циркуляції, перемішування та паралельного ультрафіолетового знезараження води в ємності чистої води з метою запобігання вторинному бактеріологічному забрудненню.

Промивні води з механічних фільтрів, стоки від установки зворотного осмосу, а також концентрат відводяться до каналізаційного колодязя з подальшим скидом у міську каналізаційну мережу. Для аварійного водовідведення з дренажного приямка насосної станції передбачено встановлення занурювального дренажного насоса (поз. 9), який забезпечує перекачування води у міську систему водовідведення.

2.2 Основне технологічне обладнання

Дисковий фільтр Azud 2'' (поз. 1)

Дисковий фільтр Azud призначений для попереднього механічного очищення води від завислих домішок крупністю понад 130 мкм. Фільтр має міцний пластиковий корпус, розрахований на робочий тиск до 8 бар, та обладнаний дисковим картриджем із поліпропілену. Фільтрування здійснюється за рахунок сітчастої структури, що утворюється при стисненні набору дисків з каліброваними канавками.

Контроль забруднення фільтра здійснюється за показами манометрів до та після фільтра. У разі зростання втрат напору виконується промивання картриджа з попереднім скиданням тиску.

Основні технічні характеристики:

- номінальний діаметр приєднання — DN 50;
- номінальна витрата — 15 м³/год;
- пропускна здатність при $\Delta P = 0,2$ бар — до 20 м³/год;
- тонкість фільтрації — 130 мкм;
- робочий тиск — 2,5–10 бар;
- кількість фільтрів — 2 шт.

Система механічної фільтрації ОТС2162А (поз.2)

Система механічної фільтрації ОТС2162А призначена для видалення зважених речовин та дрібнодисперсних механічних домішок. Фільтр виконаний у вигляді балона з армованого скловолокна, заповненого фільтруючим завантаженням Filter AG на основі природного мінералу кліноптилоліту.

Очищення води відбувається шляхом затримування завислих частинок у пористій структурі фільтруючого шару. Регенерація завантаження здійснюється автоматично шляхом промивки у протivotоці водою.

Основні технічні характеристики:

- кількість фільтрів — 3 шт.;
- продуктивність — 4 м³/год;
- висота фільтруючого шару — 900 мм;
- час промивки — 20 хв;
- витрата води на промивку одного фільтра — 7,8 м³/год;
- робочий тиск — 2,5–6 бар;
- електроживлення — 230 В, 50 Гц;
- ступінь захисту — IP54.

Станція постійного дозування антискаланту (поз. 3)

Станція постійного дозування антискаланту призначена для захисту мембран установки зворотного осмосу від утворення солевих відкладень та забруднень. Реагент дозується безперервно у водний потік перед подачею води на мембранні елементи.

Антискалант вводиться у незначних кількостях, що забезпечує підвищення розчинності малорозчинних солей, запобігання кристалізації та налипанню солей на поверхні мембран, а також стабілізацію роботи установки зворотного осмосу.

Принцип дії антискаланту базується на трьох основних механізмах:

- зниження інтенсивності випадання в осад неорганічних солей за рахунок порогового ефекту;

- деформація та диспергування кристалів солей, що унеможлиблює їх агломерацію та закріплення на поверхнях;
- стабілізація колоїдних частинок у водному середовищі.

Дозування антискаланту здійснюється в автоматичному режимі пропорційно витраті води. Орієнтовна доза реагенту становить 5–15 мг/л та коригується залежно від хімічного складу вихідної води.

Основні технічні характеристики:

- тип дозування — постійний;
- продуктивність насоса-дозатора — 0,5–5,0 л/год (до 7,5 л/год при номінальному протитиску);
- номінальний протитиск — 1,5 бар;
- максимальний протитиск — 3 бар;
- об'єм ємності для реагенту — 60 л;
- електроживлення — 230 В, 50 Гц;
- споживана потужність — 16 Вт.

Установка зворотного осмосу (поз.4)

Установка зворотного осмосу призначена для демінералізації води та забезпечення високої якості підготовленої води для споживачів з підвищеними санітарними вимогами. Всі матеріали, що контактують з водою, допущені до використання в системах господарсько-питного водопостачання.

Підготовлена на механічних фільтрах вода з додаванням антискаланту подається насосом високого тиску на мембранні модулі. У процесі мембранного поділу вода розділяється на очищену воду (пермеат) та концентрат. Частина концентрату відводиться в каналізацію, інша частина повертається на вхід установки для підтримання необхідних гідравлічних режимів.

Система керується автоматичним контролером, який забезпечує роботу насосного обладнання, контроль параметрів тиску, рівня, температури та електропровідності пермеату.

Основні технічні характеристики установки:

- номінальна продуктивність — 9 м³/год;
- споживана потужність — 7,5 кВт;
- витрата води на промивку — 400 л;
- приєднувальні розміри:
 - вихідна вода — DN50;
 - пермеат — DN40;
 - концентрат — DN50.

Мембранні елементи:

- продуктивність по пермеату — 180 м³/добу;
- селективність — 99 %;
- максимальний робочий тиск — 41 бар;
- матеріал мембрани — поліамід (РА).

Станція дозування мінералів для ремінералізації (поз. 5)

Станція дозування мінералів призначена для коригування мінерального складу води після установки зворотного осмосу з метою приведення показників води до нормативних значень, необхідних для господарсько-питного водопостачання та використання в системах лікарні.

Ремінералізація забезпечує стабілізацію показника рН, відновлення концентрації кальцію та магнію, а також покращення корозійної стабільності води в розподільчих мережах.

Станція складається з поліетиленової ємності з градуйованою шкалою, мішалки для приготування розчину та насоса-дозатора. Керування роботою станції може здійснюватися за сигналом витратоміра або за допомогою реле часу, що дозволяє адаптувати режим дозування до фактичного водоспоживання.

Основні технічні характеристики:

- витрата дозування — 0,5–6,0 л/год;
- об'єм бака — 130 л;
- висота бака з насосом-дозатором — 1150 мм;

- діаметр бака — 500 мм;
- електроживлення — 230 В, 50 Гц;
- наявність гігієнічного сертифіката для використання в системах питного водопостачання.

Збірник очищеної води (поз. 6)

Збірник очищеної води являє собою пластикову ємність діаметром 2,5 м та висотою 2,5 м з корисним об'ємом 11 м³. Ємність обладнана подаючими, переливними та відвідними патрубками і призначена для накопичення очищеної води після установки зворотного осмосу.

Місткість збірника обрана з урахуванням забезпечення стабільної роботи обладнання та компенсації пікових витрат води.

Насосна станція подачі очищеної води Lowara (поз. 7)

Насосна станція подачі очищеної води складається з двох насосів з частотним регулюванням продуктивності та призначена для підтримання стабільного тиску в мережі.

Характеристики:

- витрата — 12 м³/год;
- напір — до 5 атм;
- кількість насосів — 2 шт.

Установка УФ-зnezараження води (поз.8)

Ультрафіолетовий зnezаражувач води — має корпус із нержавіючого металу, всередині якого розміщені 2 ультрафіолетові лампи в спеціальних кварцевих рукавах.

Вода подається в корпус ультрафіолетового зnezаражувача, де власне і відбувається зnezараження мікроорганізмів. Ультрафіолет руйнує структуру патогенної мікрофлори, внаслідок чого всі віруси та мікроби гинуть. Вхідний потік води омиває кварцовий чохол і отримує необхідну дозу ультрафіолетового

опромінення. Кварцовий рукав навколо лампи попереджує потрапляння води в корпус самого випромінювача, що робить систему безпечною в користуванні.

Технічні параметри

Максимальний потік вихідної води, м ³ /год	10,71
Тип і кількість випромінювачів	2 x T585
Максимальний тиск на вході, атм	8
Електроживлення	230 В, 50 Гц
Споживана потужність одного випромінювача, Вт	85
Діаметр підключення трубопроводів	2" різьба
Пристрій контролю несправності лампи	візуальний
Орієнтовна вага, кг	11,7

3. Основні техніко — економічні показники

1. Дебіт свердловини м³/год

л/хв	208
м ³ /год	12,5
м ³ /добу	300

2. Продуктивність станції водопідготовки по підготовленій воді:

л/хв	150
м ³ /год	9,0
м ³ /добу	216

3. Кількість води, що підлягає скиду в каналізацію:

л/хв	55,5
м ³ /год	3,332
м ³ /добу	80

4. Витрата води на власні потреби станції м³/добу

0,05

5. Витрата антискаланта на 1000м³ підготовленої води (кг)

7,0

6. Витрата солі ремінералізатора на 1000м³ підготовленої води (кг)

80

7. Споживання електроенергії на 1000м³ підготовленої води (кВт)

1700

Кількість обслуговуючого персоналу -чол/доба0,5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Зони санітарної охорони водопровідних споруд

На всіх водопроводах господарсько-питного водопостачання та їх джерелах встановлюються зони санітарної охорони (ЗСО) з метою захисту джерел водопостачання, водопровідних споруд і прилеглої території від забруднення.

Проект ЗСО розробляється одночасно з проектом водопровідних споруд або їх реконструкції і погоджується з органами державного санітарного нагляду, Держводгоспом, Мінекології та іншими зацікавленими органами відповідно до чинного законодавства України.

Структура ЗСО:

1. **Перший пояс (суворого режиму)** – охоплює територію розташування водозаборів і всіх водопровідних споруд. Забороняється будь-яке будівництво, проживання, купання, випас худоби, скидання стічних вод та інші дії, що можуть забруднити воду. Територія огорожується, озеленюється та охороняється.

2. **Другий і третій пояси (пояси обмежень)** – територія, на якій здійснюються заходи щодо запобігання забрудненню джерел водопостачання. Будівництво і промислові об'єкти тут дозволяються лише після погодження з органами санітарного нагляду.

Основні заходи у ЗСО:

- Організація патрульної охорони та контроль за дотриманням режиму;
- Забезпечення відведення поверхневих стоків від території першого поясу;
- Контроль за станом водозаборів, огорож, систем водовідведення та озеленення;
- Обмеження господарської та промислової діяльності у другому і третьому поясах;
- Дотримання санітарних вимог до скиду стічних вод та використання території.

У межах першого поясу ЗСО забезпечується постійний контроль за станом водозаборів та водопровідних споруд, охороною території і виконанням усіх санітарних заходів, що гарантує безпечне водопостачання міста.

ОХОРОНА ПРАЦІ

1. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

На станції очищення стічних вод існують шкідливі та небезпечні фактори. Основні наведені у таблицях 1 і 2.

Таблиця 29

Шкідливі фактори

№	Назва шкідливого фактору	Причина	Можливі захворювання	Норми	Заходи усунення
1	Зниження температури, вологості, швидкості повітря	Низька температура зовнішнього середовища	Простудні захворювання	$T=18-20^{\circ}\text{C}$, $\varphi=40-60\%$ (зимою), $\varphi=75\%$ (влітку), $v=0,2-0,3$ м/с; ДБН 3.3.6.042-99	Опалення будівель, теплоізоляція
2	Підвищений шум і вібрація в машинному залі	Робота насосів і технологічного обладнання	Підвищення тиску, роздратованість, депресія	85 дБ	Віброізоляція, звукопоглинальні матеріали, навушники
3	Недостатнє освітлення робочої зони	Конструкція колодязів та приміщень	Погіршення зору, травматизм	85 лк, ДБН В.2.5-28-2006	Переносні освітлювальні прилади
4	Гази з балонів хлору	Аварії, необережність	Отруєння, можливі смертельні випадки	1 мг/м ³	Витяжна вентиляція, справне обладнання
5	Підвищене забруднення повітря	Вантажно-розвантажувальні роботи	Отруєння, ураження слизової	0,1–10 мг/м ³	Респіратори Ф-62, У-2К
6	Підвищена вологість (приміщення фільтрів)	Випаровування води	Дискомфорт, сонливість	60–75%	Локальні відсіки, вентиляція

Небезпечні фактори

№	Назва фактору	Причина	Можливі наслідки	Заходи усунення
1	Рухомі елементи обладнання	Обертаючий і поступальний рух	Травматизм, втрата працездатності	Обмеження рухомих частин, попереджувальні знаки
2	Відлітаючі предмети	Вібрація, випробування труб	Травматизм	Використання справних механізмів, правила техніки безпеки
3	Небезпечна напруга	Порушення правил улаштування електроустановок	Ураження електрострумом	Заземлення, дотримання правил ТБ
4	Пожежа	Порушення експлуатації електрообладнання	Опіки, смертельні випадки	Дотримання правил експлуатації, інструкції ТБ
5	Вантажопідіймальні машини	Неправильне переміщення матеріалів	Травматизм	Використання машин відповідно до паспортних навантажень
6	Транспортні машини	Порушення правил експлуатації	Травматизм	Використання за технічним паспортом
7	Обвалення ґрунту	Незакріплені траншеї	Травматизм	Контроль схилів, кріплення стінок траншей, заходи забезпечення стійкості

2. Техніка безпеки

2.1. Безпека праці на водопровідній насосній станції (ВНС)

- Територія огорожена, упорядкована, освітлена.
- Проходи через трубопроводи і небезпечні зони обладнані містками та драбинами (ширина $\geq 0,8$ м, поручні ≥ 1 м, кут нахилу $\leq 60^\circ$).
- Приміщення заглиблені, ізольовані від ґрунтових вод.
- Всі насосні агрегати, трубопроводи та арматура розташовані для вільного доступу.
- Забороняється: знімати запобіжні кожухи під час роботи, ремонтувати агрегати під час їх руху, порушувати правила пуску та зупинки обладнання.

2.2. Освітленість

- Природне і штучне освітлення.
- Коефіцієнт природної освітленості $\%КЕО = 1,15$.
- Норми освітленості:
 - Робочий процес: 50 лк
 - Допоміжні приміщення: 6 лк
 - Здравпункт: 200 лк
 - Панелі приладів: 300 лк
 - Аварійне освітлення: 0,5–1 лк

2.3. Вентиляція та опалення

- Однотрубна тупикова система опалення (регістри з гладких труб).
- Постійна заміна повітря в приміщеннях.
- Проточне повітря підігрівається до $+18^\circ\text{C}$ (зимою).

2.4. Шум та вібрація

- Віброізоляція насосів та вентиляторів.
- Використання гнучких вставок і пружинних підвісів.

2.5. Засоби індивідуального захисту

- Сертифікований спецодяг, спецвзуття, рукавички.

- Захист від шуму: навушники, маски, тампони.
- Щотижневе прання та дезінфекція спецодягу.

3. Розрахунки охорони праці

3.1. Штучне освітлення адміністративного приміщення

- Розміри: $12 \times 12 \times 4,2$ м, робочий рівень 0,8 м.
- Висота розрахунку: 2,5 м.
- Джерело світла: лампи ЛБ-40, потік 2480 лм.
- Нормативна освітленість: 300 лк.
- Коефіцієнти відбиття: стеля 70%, нижня частина стін 50%, підлога 10%.
- Коефіцієнт використання світильників $\eta = 62\%$.

3.2. Захисне занулення електродвигуна насоса

- Лінійна напруга $U_{л} = 380$ В, довжина фазного проводу $L_{ф} = 0,05$ км, довжина нульового $L_{н} = 0,05$ км, переріз $S_{ф} = 160$ мм², $S_{н} = 80$ мм², номінальний струм запобіжника $I_{пл} = 45$ А.
- Струм короткого замикання $I_{кз} > 3 \cdot I_{пл} \rightarrow 1756$ А $> 3 \cdot 45$ А.
- Умова виконується: занулення ефективно.

АВТОМАТИЗАЦІЯ

1. Процес хлорування

Автоматизація дозування хлору необхідна для підтримки оптимальної дози хлору. Недостатня подача хлору не забезпечить знезараження води, дуже велика кількість погіршує її якість та призводить до невиправдених витрат. Автоматичне дозування хлору що подається може бути виконане за допомогою: 1) автоматичної підтримки заданої витрати хлору. 2) автоматична подача хлору пропорціональна витраті води чи 3) регулюванням витрати хлору в залежності від кількості остаточного хлору у воді.

Для хлорування води на водопровідних очисних станціях використовується рідкий хлор, а для станцій малої продуктивності хлорне вапно.

Кількість активного хлору необхідно для знезараження води, повинна визначатись по кількості органічних речовин здатних до окислення, які знаходяться у воді, що хлорується. Вірне визначення дози хлору є дуже важливим. Недостатня доза хлору не виконує необхідної бактерицидної дії, а надлишкова доза хлору погіршує смакові якості води.

Розрахункова доза хлору при проектуванні знезаражуючої установки повинна бути прийнята, виходячі з необхідної очистки води в період її максимального забруднення. Показником вірно прийнятої дози хлору, є наявність залишкового хлору, який залишається в ній від введеної дози після окислення речовин, які знаходяться у воді. Концентрація хлору у воді перед надходженням її до мережі повинна знаходитись в межах 0,3-0,5 мг/л. За розрахункову слід приймати ту дозу хлору, яка забезпечує вказану кількість залишкового хлору. Розрахункова доза хлору визначається пробним хлоруванням. Для освітленої річної води доза хлору знаходиться в межах 1,5-3,0 мг/л. При хлоруванні підземних вод доза хлору не перевищує 1,0-1,5 мг/л. В окремих випадках можливе збільшення дози хлору через наявність у воді закислого заліза.

При введенні хлору у воду, що оброблюється, повинно бути забезпечене добре перемішування його з водою і достатній час (не менше 30 хвилин) контакту до подачі її споживачам. Хлорування вже освітленої води проводять перед надходженням її в резервуар чистої води, де забезпечується необхідний для контакту час.

Замість хлорування води після відстійників і фільтрів в практиці водоочистки застосовують хлорування перед надходженням води на відстійник (попереднє хлорування) – до змішувача, іноді перед подачею на фільтр. Попереднє хлорування сприяє коагуляції, окислюючи органічні речовини, які затримують цей процес, і дозволяє зменшити дозу коагулянту, а також забезпечує добрий санітарний стан самих очисних споруд.

Хлор надходить на станції в металевих балонах в зниженому стані під тиском 600-800 кПа. Стандартні балони вміщують 25-40 (малі) і 100 (великі) кг рідкого хлору.

Із балонів хлор подається у воду через спеціальні пристрої – хлоратори (газодозатори), в яких відбувається його дозування, змішування з деякою кількістю води. Отримана “хлорна вода” надходить у воду, що оброблюється.

В деяких випадках виникає необхідність у хлорванні води підвищеними дозами хлора, тобто перехлорювання. Перехлорювання води гарантує високий ефект її знезараження, дозволяє видалити присмаки і запахи води. Воно ж може застосовуватись для очищення води від отруйних речовин. Оскільки після перехлорювання залишкова концентрація хлора велика (1...10 мг/л), то використовують дехлорювання води (додають сульфат натрія, сернистий газ і фільтрують через активоване вугілля).

Автоматична підтримка заданої дози хлору може виконуватись при постійному притоці рідини на очисні споруди. Недоліком цих способів дозування є те, що при цьому не враховуються зміни в хлоропоглинаємості води, що визвані зміною якості води та її температури. Для автоматичної підтримки заданої витрати хлору можна використовувати витратомір газу у вигляді ротаметра з індукційним датчиком. Використовуючи цей датчик та регулятор витрати можна досягти постійної дози хлору в заданих межах. Ротаметр складається із скляної трубки яка закріплена між металевими головками які під'єднуються до трубопроводів шляхом фланцевого закріплення. Зсередини трубки знаходиться поплавок (ротатор), верхня частина якого має кільцевий виступ з нанесеним на нього кільцевими канавками, які розташовані під кутом до утворюючого циліндру. Потік газу, що проходить знизу догори по трубці впливає на канавки и змушує обертатися ротор. Внаслідок цього ротор підіймається вгору до позначки шкали, яка відповідає створеному перепаду тиску. Таким чином по висоті підйому ротора можна визначити витрату хлорного газу. На відміну від звичайних ротаметрів навколо цього влаштовані дві обмотки, які складають з ним разом датчик. Паралельно трубці ротаметра розміщена шкала, яка показує витрату хлору, вздовж шкали рухається стрілка, зв'язана з індукційними катушками. Для того щоб поплавок переміщувався тільки в заданих межах служать пересувні обмежувачі.

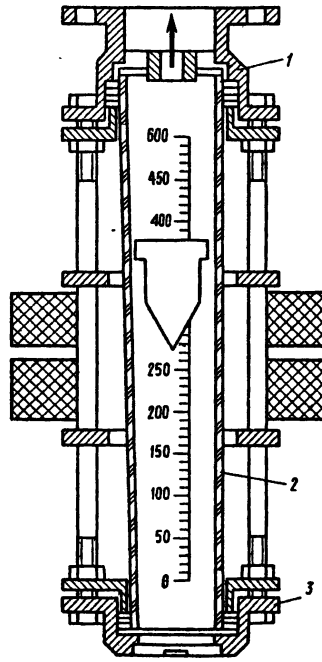


Рис.1 Схема ротаметра з індукційним датчиком

Для процесу автоматизації подачі заданої дози хлору використовуємо скляний ротаметр зі змінним перерізом та фланцевим з'єднанням URL-R марки Kobold. Принцип роботи таким ротаметрів полягає у вільному переміщенні поплавка вздовж корпусу ротаметра. Вони використовуються для виміру витрати рідини чи газу в замкнених трубопроводах. Вимірюваний потік рідини чи газу проходить через розширену зверху скляну конічну трубку знизу догори. Трубка забезпечена вимірювальною шкалою. Коли поплавок підіймається його положення показує витрату рідини чи газу. Для встановлення меж витрат ротаметри моделі URL-R можуть бути укомплектовані безконтактним конічним вимикачем з відкритим колектором. Виконувана із пластику версія не лише економічна але також стійка по відношенню до ряду хімічних речовин. Особлива конструкція моделі робить її використання найбільш ефективним в умовах низького робочого тиску. Ще однією перевагою є значне збільшення оглядового вікна для візуального зчитування значення витрати

Технічні характеристики ротаметра URL-R Kobold:

- Діапазон вимірювань 1...10-250...2500 л/год для води, та 0,01...0,1. 10.100 Н м³/год для повітря;
- Клас точності 4;
- Максимальний тиск 6 бар;
- Максимальна температура 100°C;

- З'єднання: фланець за DIN 2642 PN 10, DN 15-DN40;

- Матеріал ПВХ, ПТФЕ

Щоб забезпечити правильну роботу автоматичного управління хлораторної установки необхідно здійснити спрацьовування окремих апаратів в певній послідовності з дотриманням необхідних інтервалів часу. Для цього використовуємо реле часу які працюють або за принципом механічного уповільнення та виготовляються з використанням маятників чи електродвигунів або за принципом електромагнітного уповільнення. Маятникові реле дають витримку в межах 1-15 сек, двигунові до 24 год, реле з електромагнітним затриманням виготовляють лише для роботи в ланцюгах управління постійного струму, це реле працює за принципом збільшення часу спаду магнітного потоку в магнітній системі при відключенні реле.

Для забезпечення даних функцій використовуємо реле часу марки РВ1Ф-У. Дана модель призначена для контролю та керування різними процесами де необхідний автоматичний відлік часових інтервалів. Реле часу дозволяє реалізувати наступні функції:

- автоматичний відлік часових інтервалів після подачі напруги живлення
- керування зовнішнім виконуючим пристроєм по сигналу датчика
- сітову індексацію стану вихідного пристрою
- зміну часових параметрів роботи пристрою та його режимів

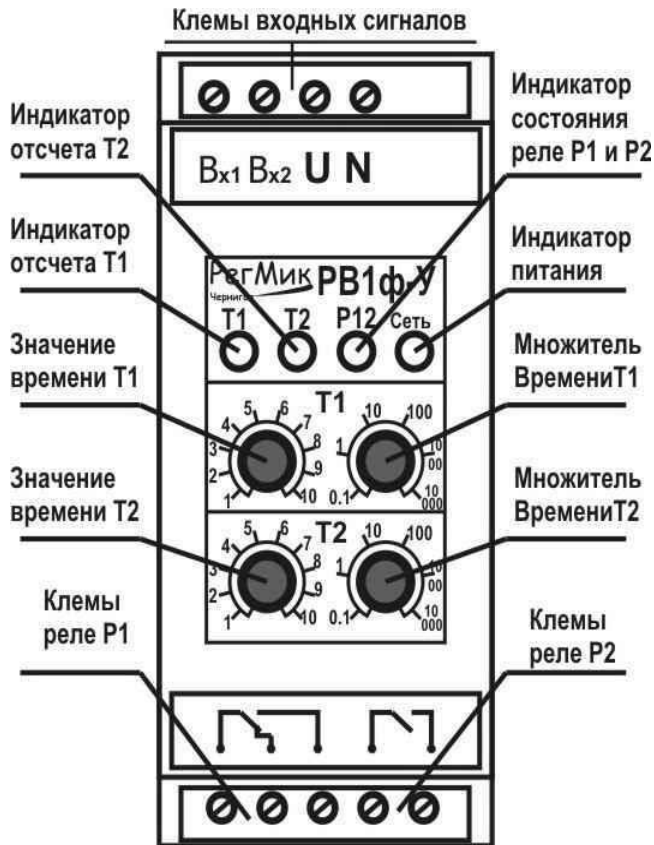


Рис 2. Схема реле часу марки RB1Φ-У

Під час роботи пристрою індикатори T1 та T2 блимають при відліку індикатора часу. Індикатор стану реле відображає включення P1 зеленим світлом P2 червоним світлом. При установці часу для точного потрапляння ручки в необхідний діапазон індикатор мережі блимає необхідну кількість разів яка відповідає номеру діапазона. Необхідно відзначити що одиницями виміру часу на шкалі є секунди. Першим потенціометром встановлюється значення часу, а на другому встановлюється множник і таким чином встановлюється заданий час. Для прикладу:

- Для установки часу 0,5 секунд необхідно установити значення часу 5 та множник 0,1
- Для встановлення часу 32 хвилини або 1920 секунд встановлюємо 1,92 а множник 1000

2. Пояснення роботи ФСА

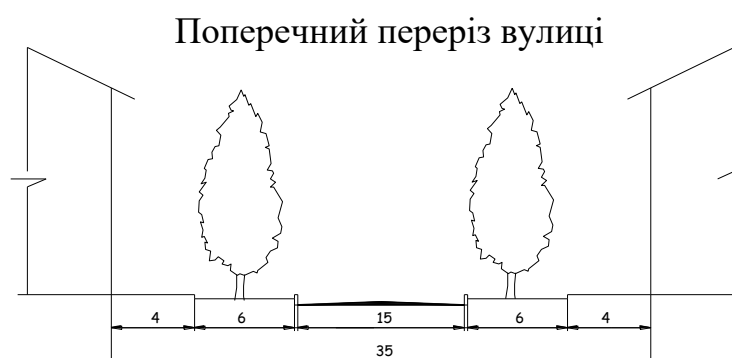
У вихоровий змішувач надходить необроблена вода та рідкий хлор з дозатора, а оброблена вода надходить до споживача. Ввімкнення системи здійснюється тумблером SA, при цьому відкривається електромагніт YA1 на водопроводі подачі. На регулятор співвідношення середовищ FFC надходить три сигнали: із сенсора витрати води FE5, сенсора витрати хлору FE10 і сенсора концентрації хлору в обробленій воді AE. В залежності від цих сигналів регулятор керує електромагнітним двигуном MA на дозатори хлору, збільшуючи або зменшуючи його дозу.

Для дистанційної передачі сигналів використовуються прилади: PT, FT, AT. Оператор, що знаходиться біля щитка, спостерігає за такими приладами: PIR, FQIA, FQIR, AIR, HL1, HL2. По цим сигналам оператор повинен змінювати подачу хлора у вихоровий змішувач ручкою регулятора HC на щитку або вентиляем по місцю.

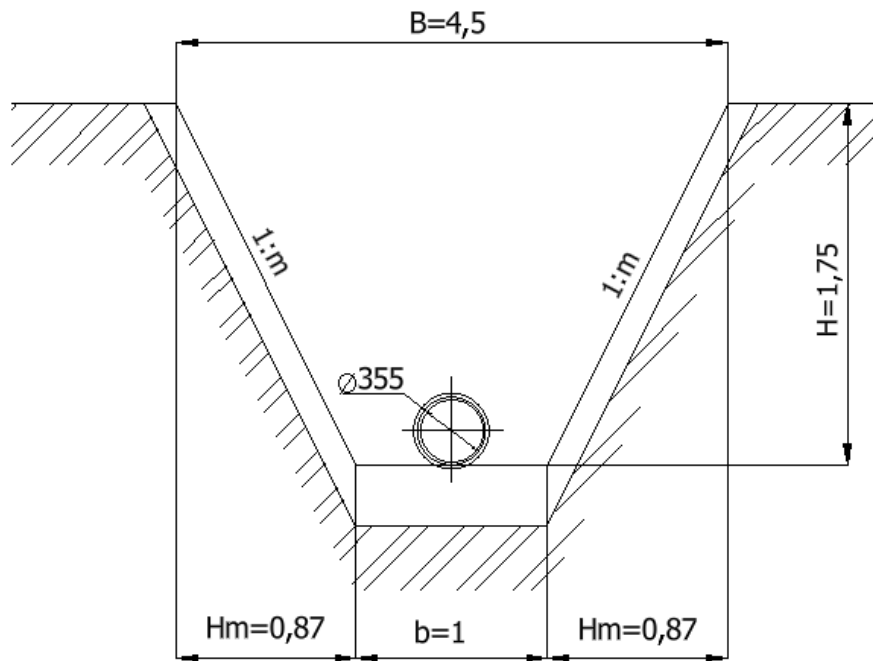
МОНТАЖ СИСТЕМ ВВ

Умовний діаметр труб, D_y , мм.	Матеріал труб	Назва труб	Тип стикового з'єднання
355	ПЕ	напірні	зварне стикове з'єднання

Умовний прохід, мм	Діаметр, мм			
	Внутрішній	Зовнішній		
	Труби $D_{вн}$	Труби D_n	Довжина	маса
355	300	355	5000	155



Визначення розмірів траншеї.



1. Глибина траншеї:

$$H = 1,75 \text{ м}$$

2. Ширина дна траншеї (за ДБН В.2.5-40:2013, таблиця 39.1, для ПЕ труб Ø355 мм, зварне з'єднання):

$$B_{\text{дно}} = 1,0 \text{ м}$$

3. Коефіцієнт закладання відкосів (для льосу та глибини $H=1,75$ м, за ДБН В.2.2-12:2019, таблиця 39.2):

$$k = 1,0$$

4. Ширина траншеї по верху:

$$B_{\text{верх}} = B_{\text{дно}} + 2 \cdot k \cdot H = 1,0 + 2 \cdot 1,0 \cdot 1,75 = 4,5 \text{ м}$$

Розміри прямиків наведені в таблиці 39.3. Наприклад, для перевірки з'єднань і монтажу труб Ø355 мм рекомендовано пряминок шириною 1,5 м і довжиною 2,0 м.

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

Табл..5.

Марка автомобіля	Вантажопід'ємність, т	Розміри платформи (внутрішні), мм			Завантажувальна висота, мм	Основні розміри автомобіля, мм			Маса (у заправленому стані), т
		Довжина	Ширина	Висота		Довжина	Ширина	Висота	
КрАЗ 257Б 1	12	5770	2480	825	1495	9640	2650	2670	10,28

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: $N_{TP} = n_{TP} \cdot n_P$,

$$\text{де } n_{TP} = \frac{B_K}{d_H + \sum \delta_{np}} = \frac{2480}{326 + 5 \cdot 70} = 4,3 \approx 4 - \text{кількість труб на транспортному засобі}$$

в один ряд;

$$n_P = \frac{H_K}{d_H + \sum \delta_{np}} = \frac{1495}{326 + 3 \cdot 50} = 3,13 \approx 3 - \text{припустиме для даного транспортного}$$

засобу кількість рядів труб;

B_K - корисна ширина платформи;

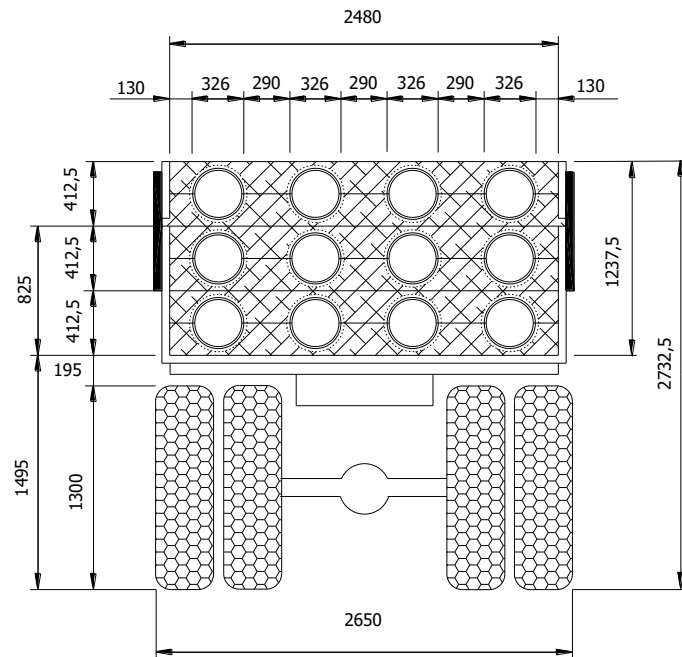
d_H - зовнішній діаметр труби;

H_K - припустима висота завантаження кузова,

тоді $N_{TP} = 4 \cdot 3 = 12$

Сума зовнішнього діаметра труби $\varnothing 366$ мм та товщини дерев'яного коробу більше висоти кузова 825 мм, тоді виникає необхідність в нарощенні борта кузова дерев'яними дошками на розмір пів висоти борта кузова, яка буде складати 1237,5 мм.

Схема розміщення і закріплення залізобетонних труб при перевезенні їх на автомобілі марки КрАЗ 257Б1.



4. Вибір строповочного обладнання

Технічна характеристика траверси типа УТ-30

Табл..6.

Для залізобетонних віброгідропресованих труб	Вантажопід'ємність, т	Діаметр труб, м	Габарити, мм			Довжина труб, м	Маса, кг
			довжина	ширина	висота		
УТ - 30	1	280-500	4500	100	480	5	150

Технічна характеристика універсального стропа УСК-1

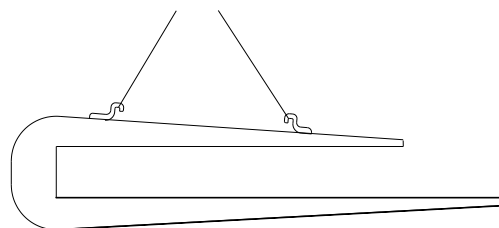
Табл..7.

Марка стропа	Показники			
	діаметр підіймаємих труб, мм	довжина підіймаємих труб, м	вантажопід'ємність, т	кількість одночасно підіймаємих труб
УСК-1	280 - 1000	5,12	9	1

**Строп універсальний УСК - 1:
1-канат; 2-втулка**



Універсальна траверса УТ-30



5. Вибір крану та схеми розвантаження, складування і монтажу.

Вибір крану 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:

$$Q_M = Q_s + \sum q_{np} = 0,383 + 0,15 = 0,533 \text{ т,}$$

де Q_s - маса збірного елемента;

$\sum q_{np}$ - сумарна маса монтажних засобів, які підіймаються разом із збірним елементом.

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

$$H_g = H_{zc} + 0,5 + d_p + h_{np} + h_n = 2,73 + 0,5 + 0,366 + 1,2 + 1,5 = 6,3 \text{ м,}$$

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;

d_p - діаметр розтрубу;

h_{np} - 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:

$$l_c = 0,5b + 1,2mh + 0,5B_{кр} = 0,5 \cdot 0,96 + 1,2 \cdot 0,5 \cdot 1,75 + 0,5 \cdot 4 = 3,53 \text{ м,}$$

де b - ширина траншеї по дну;

h - глибина траншеї;

m - коефіцієнт закладання відкосів;

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

При визначенні значення $1,2mh$ повинна виконуватись умова: $1,2mh = 1,05 \geq 1$ м

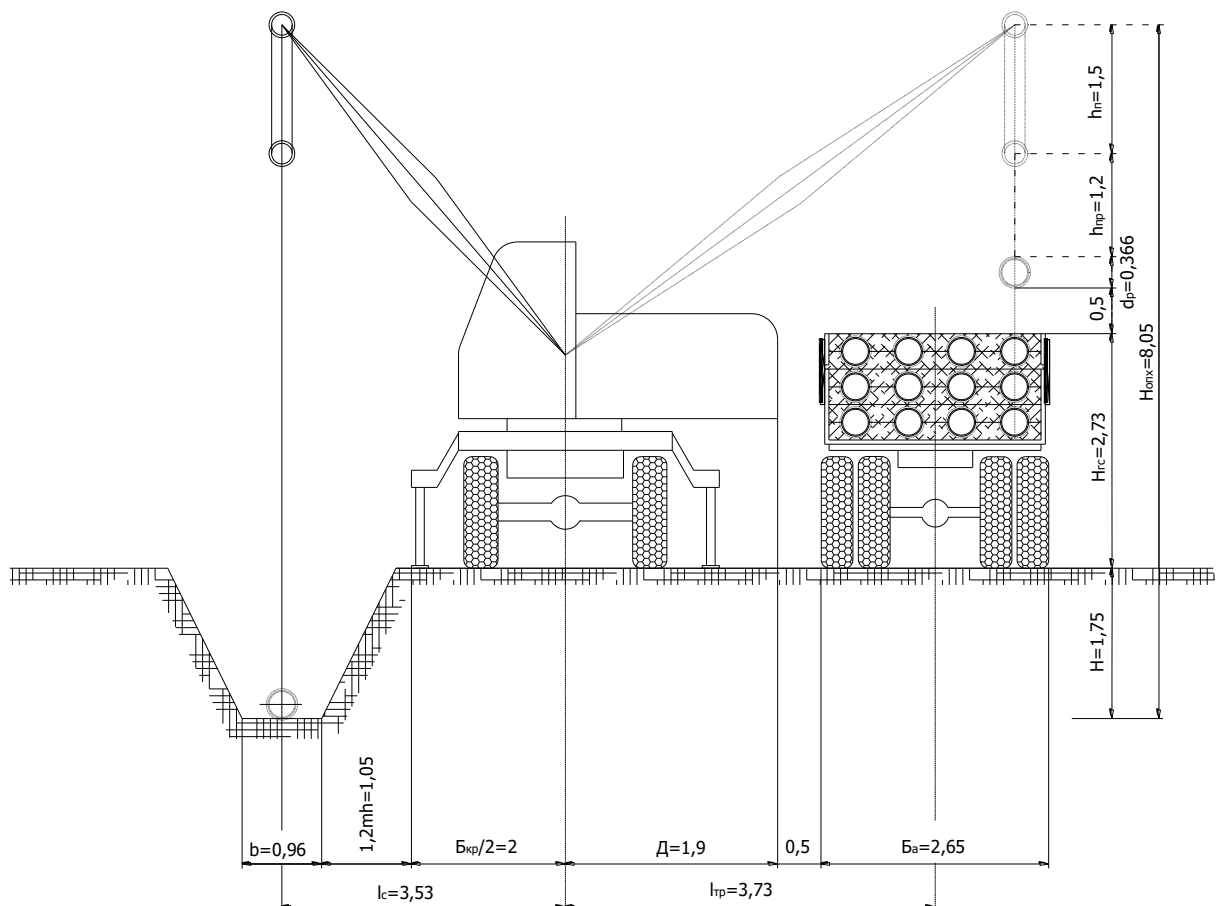
Відстань від осі руху крана до вісі по якій переміщується транспортний засіб, котрий підвозить труби, і на якій встановлюється місце їх стоянки при розвантаженні:

$$l_{mp} = D + 0,5 + 0,5B_a = 1,9 + 0,5 + 0,5 \cdot 2,65 = 3,73 \text{ м,}$$

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

B_a – ширина автомобіля.

Схема визначення вильоту стріли при прокладці труб.



Для розвантаження труб з транспортного засобу, їх складування та вкладання в траншею (монтажу) обираємо автомобільний стріловий кран марки КС-1562А з наступними технічними характеристиками наведеними в табл..8.

Технічні дані автомобільного стрілового крана

Табл.8.

Марка автокрана	Максимальна вантажопід'ємність, т	Довжина стріли, м		Висота підйому крюка, м, при вильоті стріли		Марка базового автомобіля	Основні розміри, мм		
		основної	подовженої	найменшому	найбільшому		висота	ширина	довжина
КС-1562А	5	6	10	6,2	3,8	ГАЗ-5317	3330	2450	8350

Схема розвантаження (за краном) і складування труб на бровці траншеї.

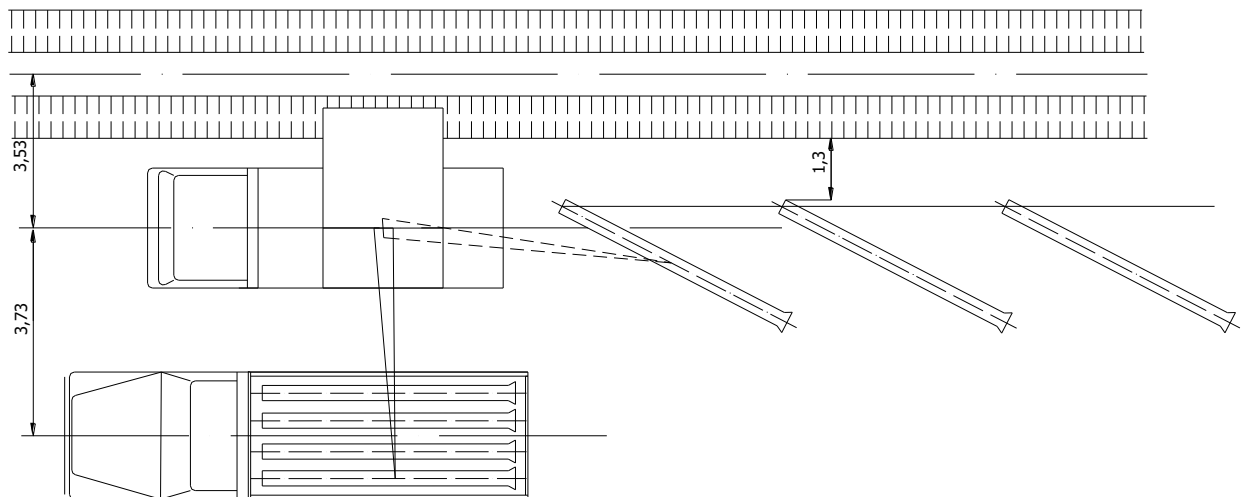
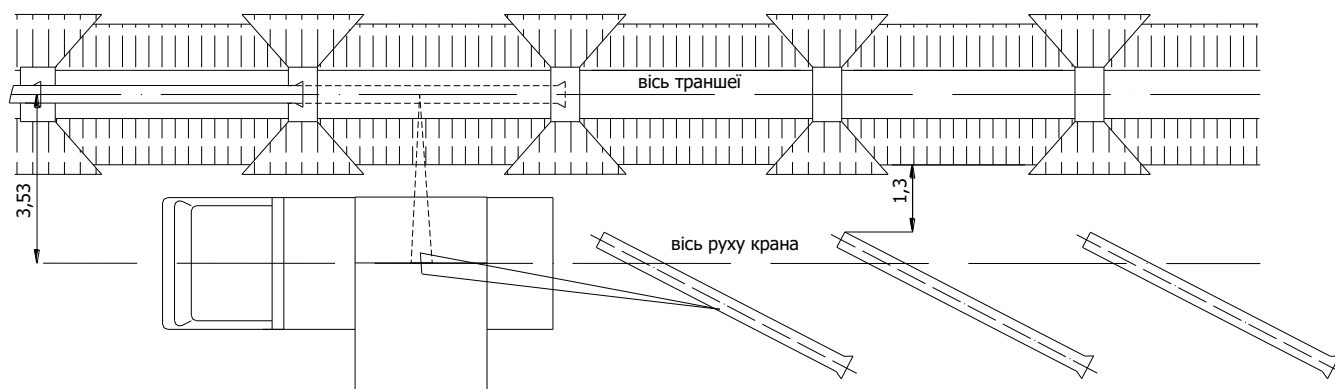


Схема вкладання (монтажу) труб.



6. Послідовність операцій при монтажі труб і влаштуванні стиків.

Послідовність операцій при монтажі труб залежить від кількості проходів крана, а також проходів колони машин. Залежить вона і від типу стикового з'єднання: розтрубне з гумовими ущільнюючими кільцями для залізобетонних напірних труб.

Перед початком монтажу труб необхідно перевірити відповідність проекту розмірів траншеї по дну, розмірів приямків і закладання відкосів. Дно траншеї повинно бути ретельно зачищене, видалена вода.

Спосіб з'єднання труб	Склад і порядок виконання технологічних операцій
Зварне стикове	<ol style="list-style-type: none">1. Підготувати кінці труб: очистити поверхню від бруду, пилу та знежирити.2. Вирівняти труби на монтажному стенді або в траншеї, забезпечити правильну осьову коаксіальність.3. Нагріти кінці труб за допомогою зварювальної насадки до температури плавлення.4. З'єднати розплавлені кінці під контролем осьового вирівнювання, доклавши необхідний тиск.5. Зачекати до охолодження зварного стику (час охолодження залежить від діаметра та товщини стінки).6. Провести візуальний та при необхідності неруйнівний контроль якості зварного стику.7. Встановити трубу у траншею, закріпити та засипати ґрунтом з ущільненням.

Технологія монтажу колодязів із збірних залізобетонних елементів.

Монтаж арматури та збірних елементів колодязів

Загальні положення

Монтаж збірних елементів колодязів здійснюється автомобільними або гусеничними кранами. Підйом і строповку елементів виконують за допомогою чотирьохгілкових стропів.

З'єднання елементів

Шви затирають з внутрішньої та зовнішньої сторони тим самим розчином.

Верх колодязя та люк

Верх люка колодязя повинен виступати не більше ніж 2 см над поверхнею мостової, або не більше 5 см при її відсутності.

Досягнення проектної відмітки виконується шляхом підкладання регулюючих каменів.

Засипка та ущільнення ґрунту

Пазухи колодязя засипають місцевим ґрунтом з нормативними характеристиками, відповідними проекту.

Ущільнення проводиться рівномірно шарами по 0,2–0,3 м ручними або пневматичними трамбівками при оптимальній вологості.

Об'ємна вага ущільненого ґрунту повинна становити не менше 1,6–1,7 т/м³.

Визначення будівельно-монтажних параметрів колодязя

Висота колодязя

Робочу висоту колодязя визначають за глибиною закладання трубопроводу в місці монтажу:

$$H_{\text{колодязя}} = H_{\text{труби}} + h_{\text{зазор}} + h_{\text{плита}}$$

де:

- $H_{\text{труби}}$ – глибина закладання труби (від поверхні землі до лотка), м;
- $h_{\text{зазор}}$ – зазор між нижньою площиною труби та плитою днища (не менше 350 мм);
- $h_{\text{плита}}$ – товщина плити днища (100 мм для труб Ø355 мм).

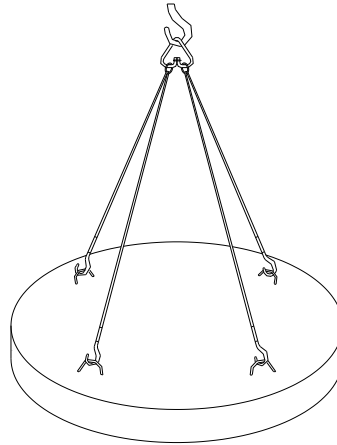
2. Діаметр і висота робочої частини

- Діаметр колодязя під водопровідні труби визначається з урахуванням допустимих зазорів між трубами, стиками та арматурою:
 - Для труб $\text{Ø} \leq 600$ мм – діаметр колодязя 1000 мм.
- При діаметрі колодязя 1 м робочу частину визначають, а зверху монтують перехідний конус для встановлення люка.

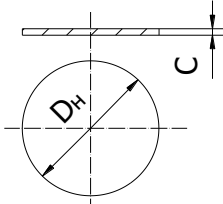
3. Кількість і розміри елементів

- Після визначення загальної висоти та діаметра колодязя за довідником встановлюють кількість та розміри збірних елементів, які заносять у таблицю проекту (наприклад, табл. 10).

Схема строповки елементів колодязя



Розміри елементів колодязя
Табл..10.

Найменування елемента	Розміри, мм	Маса, кг
1. Плита днища КЦД-10 	$D_3 = 1500$ $C = 100$	410
2. Кільце стінове КЦ-10-6; КЦ-10-9 	$H = 590$ $C = 80$ $D_3 = 1160$ $D_6 = 1000$ $H = 890$	400

3.	Дорожня плита КЦО-3 	$D_e = 580$ $C = 220$ $l = 2500$ $b = 1750$	620
----	--	--	-----

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 колодязя.

По найвіддаленішому від крану елементу колодязя 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 колодязя перевіряють характеристики підібраного крану для монтажу колодязів.

Монтажна маса елемента: $Q_m = Q_e + \sum q_{\text{пр}} = 0,62 + 0,15 = 0,77$ т;

Висота підйому крюка: $H_g = H_{zc} + 0,5 + h_e + h_{\text{пр}} + h_n = 1,5 + 0,5 + 0,89 + 1,2 + 1,5 = 5,59$ м;

Монтажний виліт стріли крану: $l_c = \frac{B_k}{2} + 1,2mh + \frac{B_{\text{кр}}}{2} = \frac{3,5}{2} + 1,2 \cdot 0,5 \cdot 2,5 + \frac{2}{2} = 4,25$ м;

Мінімальна відстань між зупинкою крану і віссю руху транспортних засобів:

$$l_{\text{прmin}} = D + 1 + \frac{B_a}{2} = 2,5 + 1 + \frac{2,65}{2} = 4,83 \text{ м,}$$

де h_e - висота робочого елемента;

B_k - ширина котловану поверху колодязя;

D - відстань від осі повороту крану до максимального габариту.

Для монтажу колодязів можна використати автомобільний кран КС-3562Б, який ми використовуємо для монтажу трубопроводу, технічні характеристики якого наведені в табл..8.

Попереднє випробування виконується при оголених стикових з'єднаннях і частково засипаної траншеї. При необхідності для підтримання гідравлічного тиску (випробувального або робочого) виконується підкачка води.

Трубопровід, який витримав попереднє випробування, вважається готовим до експлуатації, як що в ньому під дією випробувального тиску не відбудеться розриву труб і фасонних частин, а також порушення стикових з'єднань, а під дією робочого тиску не буде витікання води.

Дефекти трубопроводу в місцях, які засипані ґрунтом, виявляються по зволоженому ґрунту або по витіканню води з під труби в місцях стику.

У випадку виявлення на трубопроводі неприпустимих дефектів останні повинні бути відремонтовані, після чого трубопровід підлягає попередньому випробуванню знову.

Усунення виявлених дефектів виконується за кількома способами. При порушенні герметичності стикового з'єднання (розтрубного) трубопроводу у випадку, коли по характеру течії неможливо визначити точне знаходження дефектного місця, ремонт останнього виконується шляхом влаштування дублюючого гумового кільця.

Після випробування на міцність і герметичність трубопровід питного водопровід підлягає обов'язковому промиванню і дезінфекції.

Техніка безпеки при виконанні робіт.

Загальні положення

Всі роботи виконуються відповідно до ДБН А.3.1-1:2010 «Техніка безпеки у будівництві» та інших діючих нормативних документів з охорони праці в будівництві.

Такелажні роботи

Завантажувально-розвантажувальні роботи виконуються під керівництвом майстра, який має посвідчення та відповідає за безпечне переміщення вантажів вантажопідйомними машинами.

Майданчик для такелажних робіт має бути рівним, забезпечений відводом поверхневих вод, утримуватися в чистоті, з чітко визначеними проїздами і розворотами транспорту.

При проїзді крана під лініями електропередач слід дотримуватися безпечних відстаней від 2 до 6 м залежно від напруги. Робота кранів дозволена на відстані 1,5–9 м від ліній напругою 1–800 кВ.

Машиністу крана видається наряд-допуск, підписаний головним інженером або головним енергетиком підприємства, що експлуатує лінію електропередач.

Безпечний підйом та переміщення труб

Особи, які не беруть участь у роботі, не допускаються на майданчик і на кран.

Труби перед підйомом піднімають на 20–30 см для перевірки правильності строповки та надійності дії гальм крана.

Забороняється перебувати на відстані радіусу стріли крана плюс 5 м.

Забороняється переносити труби над людьми.

Машиніст крана не повинен опускати труби одночасно з поворотом стріли і різко їх кидати.

При розвороті піднятих труб такелажники використовують парні відтяжки або спеціальні багри.

Монтаж трубопроводів у траншеях

Перед початком робіт перевіряють стан сталевих стропів.

Розтрубні труби при опусканні в траншею встановлюють так, щоб розтруб був вище гладкого кінця.

Не допускається скатування труб у траншею за допомогою ломів чи ваг.

При роботі людей у некріплених котлованах і траншеях постійно контролюють стан відкосів. У разі рухливості ґрунту або ослаблення кріплень усі працівники залишають котлован до стабілізації стану.

Роботи в колодязях і камерах

Використовують ліхтарі вибухобезпечного виконання напругою не більше 12 В.

Роботи виконуються бригадою не менше 3 осіб:

Один працівник у колодязі в запобіжному поясі зі страхувальним канатом.

Другий кінець каната закріплюється зверху, страхувальник підтримує постійний візуальний та звуковий контакт із працівником унизу.

Третій працівник перебуває поза колодязем і контролює безпеку всієї робочої зони.

1. 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:

$$l_{33} = \frac{L}{N_{33}} = \frac{1280}{9} \approx 142 \text{ м,}$$

де L - загальна довжина трубопроводу;

N_{33} - кількість захваток.

Довжина захватки при виконанні монтажних робіт:

$$l_{3,м} = \frac{L}{N_{3,м}} = \frac{1280}{9} \approx 142 \text{ м.}$$

Нормативи трудозатрат:

$$Q_{ні} = \frac{H_{врі} \cdot V_i}{8,2}, \frac{\text{чол.} - \text{днів}}{\text{машино} - \text{змін}},$$

де H_{ep} - норма часу;

i - номер процесу або операції;

8,2 – тривалість робочої зміни;

V - об'єм робіт.

Вкладання трубопроводу: $Q_{n1} = \frac{0,47 \cdot 1280}{8,2} = 74$ чол.-днів;

Монтаж колодязів: $Q_{n2} = \frac{7,6 \cdot 10}{8,2} = 10$ чол.-днів;

Гідравлічне випробування: $Q_{n3} = \frac{0,14 \cdot 1280}{8,2} = 22$ чол.-днів.

Нормативна тривалість виконання робіт: $t_{ni} = \frac{Q_{ni}}{N_{ni}}$, чол.-змін,

де N_{ni} - нормативна кількість робочих.

$$t_{n1} = \frac{74}{4} = 18,5 \text{ чол.-змін};$$

$$t_{n2} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ чол.-змін};$$

$$t_{n3} = \frac{22}{4} = 5,5 \text{ чол.-змін}.$$

Список літератури

1. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
 2. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Справочное пособие. М., Стройиздат, 1984. – 116 с.
 3. 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>
 4. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.
 5. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 70 с.
 6. 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.
 7. 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.
 8. Організація будівництва. За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. К.: Кондор, 2007. – 520 с.
 9. ВБН В.2.5-78.11-01-2003/МВС України Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи сигналізації охоронного призначення
 10. ГСТУ 78.11.001-98 (Витяг) Укріпленість об'єктів, що охороняються за допомогою пультів централізованого спостереження державної служби охорони.
- Загальні технічні вимоги

11. Кравчук А.М., Кравчук О.А. Водопостачання і водовідведення. К: КНУБА. 2013. – 180 с.
12. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навчальний посібник. – КНУБА, 2001. – 256 с.
13. Санітарно-технічне обладнання будівель: методичні вказівки до виконання курсового проекту / уклад.: А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2022. – 46 с.
14. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: Підручник. – К.: Знання, 2009. – 735с.
15. 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.
16. Водопостачання. Методичні вказівки до виконання курсового проекту. / Укл.: О. М. Кушка, Є. В. Юрков, В. П. Балло – К.: КНУБА, 2014. – 56 с
17. 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.