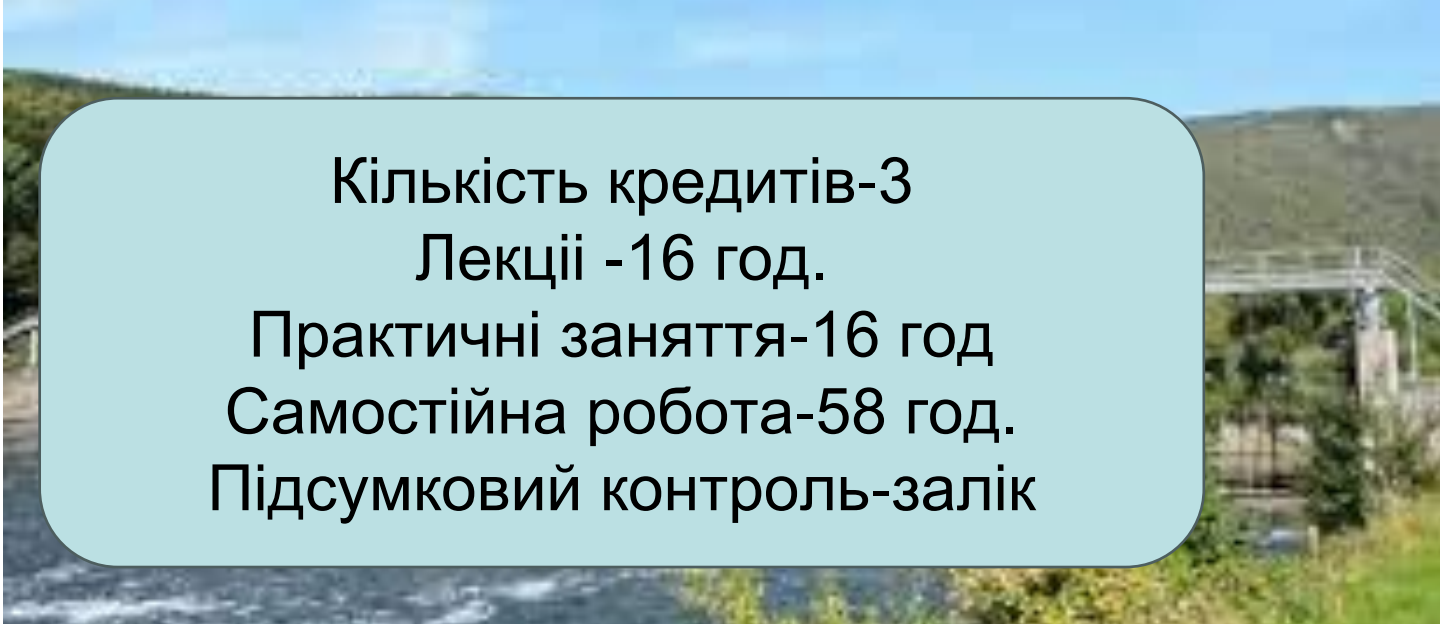




Викладач О.Г. Добровольська



ВОДОЗАБІРНІ БУДІВЕЛЬНІ ОБ'ЄКТИ



Кількість кредитів-3

Лекції -16 год.

Практичні заняття-16 год

Самостійна робота-58 год.

Підсумковий контроль-залік



Мета курсу – отримання студентами знань з особливостей проєктування та будівництва водозабірних будівель з поверхневих та підземних джерел, засвоєння принципів розрахунку елементів водозабірних споруд, набуття навичок з розробки проєктів водозабірних елементів для поверхневих та підземних джерел

Тематика лекційних занять

Тема №1. Загальна характеристика природних джерел водопостачання

Тема №2. Річкові водозабірні споруди. Водозабірні споруди берегового типу

Тема №3. Елементи водозабірних споруд берегового типу

Тема №4. Водозабірні споруди руслового типу

Тема №5. Елементи водозабірних споруд руслового типу

Тема №6. Рибозахисні пристрої водозабірних споруд

Тема №7. Спеціальні водоприймальні споруди

Тема №8. Основні статичні розрахунки елементів водозаборів

Тема №9. Споруди для забору підземних вод

Тема №10. Водоприймальна частина свердловин

Тема №11. Розрахунок одиночних свердловин

Тема №12. Водозабори при використанні свердловин і їх розрахунок

Тема №13. Горизонтальні водозабори, їх основні типи, конструкція і розрахунок

Тема №14. Променеві водозабори

•**Тема 1.** Загальна характеристика природних джерел водопостачання

- 1. Система водопостачання господарсько-питних водопроводів міст і промислових підприємств.
- 2. Вплив природно-ландшафтних умов на структуру системи водопостачання.
- 3. Особливості п'єзометричних ліній систем водопостачання.

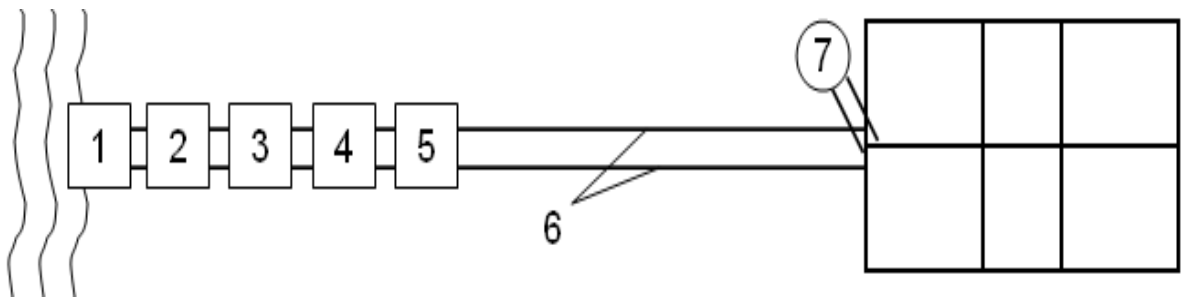


Рисунок 1 – Схема системи водопостачання для господарсько-питних потреб міста

1 – водозабірні споруди;

2 – насосна станція I підйому;

3 – очисні споруди;

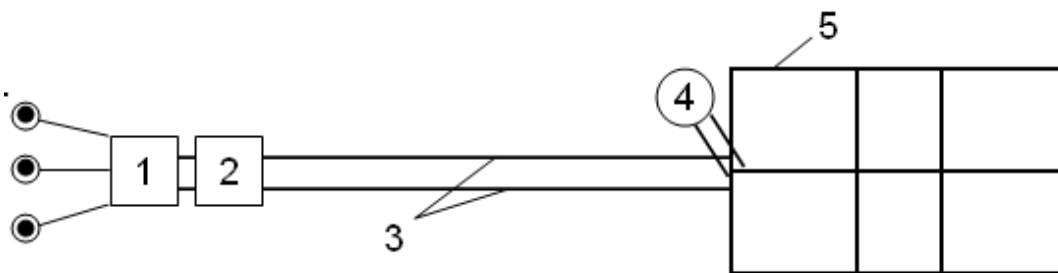
4 – резервуари чистої води;

5 – насосна станція II підйому;

6 – водогони;

7 – водонапірна башта;

8 – водогінна мережа.



**Рисунок 2 – Схема системи водопостачання при
забиранні води з підземного джерела**

св.1-св.3 – артезіанські свердловини;

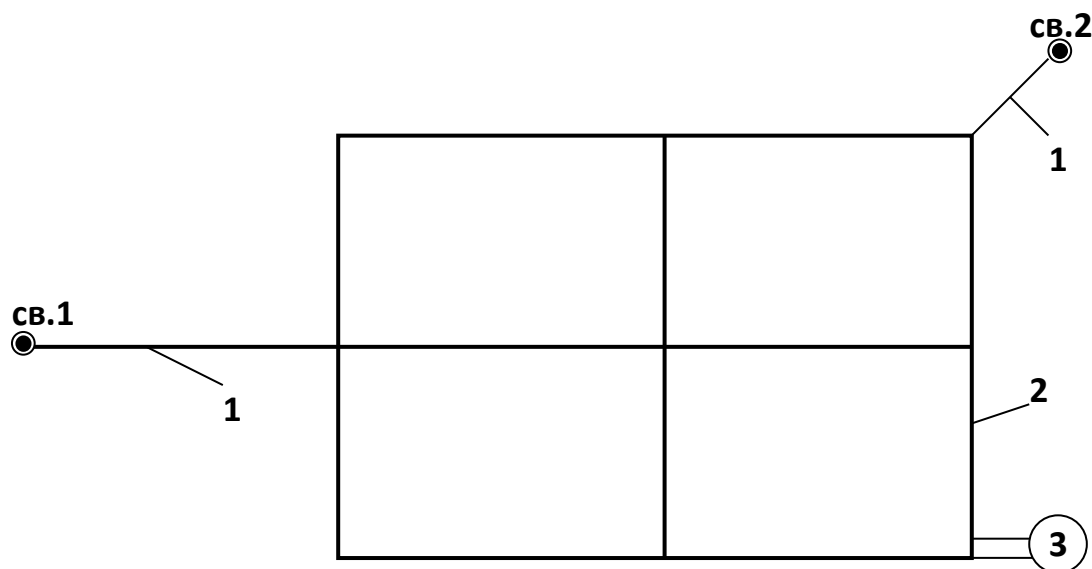
3 – водогони;

1 – резервуари чистої води;

4 – водонапірна башта;

2 – насосна станція;

5 – водопровідна мережа.



**Рисунок 3 – Схема системи водопостачання з
підземного джерела з безпосередньою подачею води в
мережу**

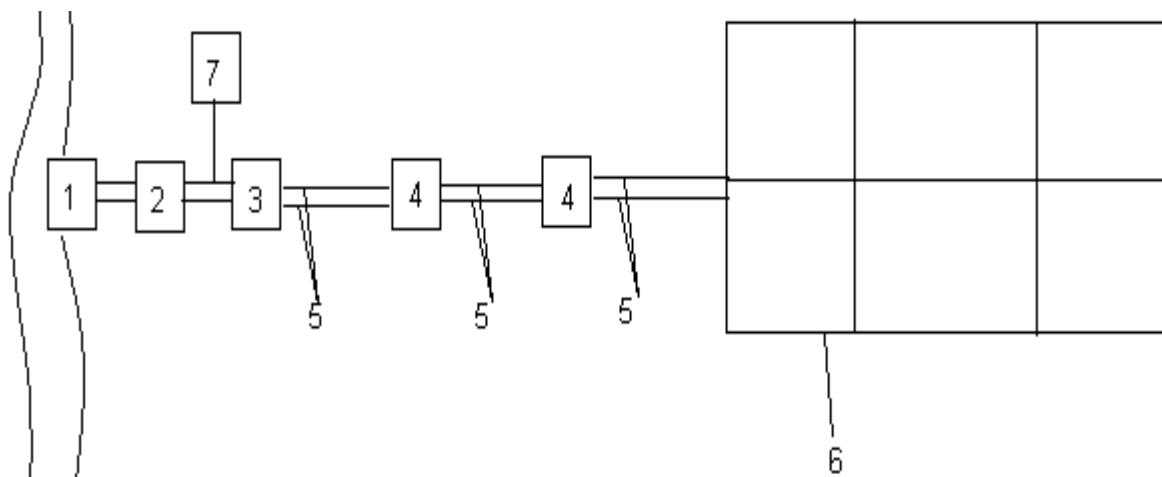


Рисунок 4 – Схема системи водопостачання з гірського джерела

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 1 - водозабірні споруди; | 5 – водоводи; |
| 2 – відстійники; | 6 – водопровідна мережа; |
| 3 – резервуари чистої води; | 7 – споруди для знезаражування |
| 4 – розвантажувальні резервуари; | |

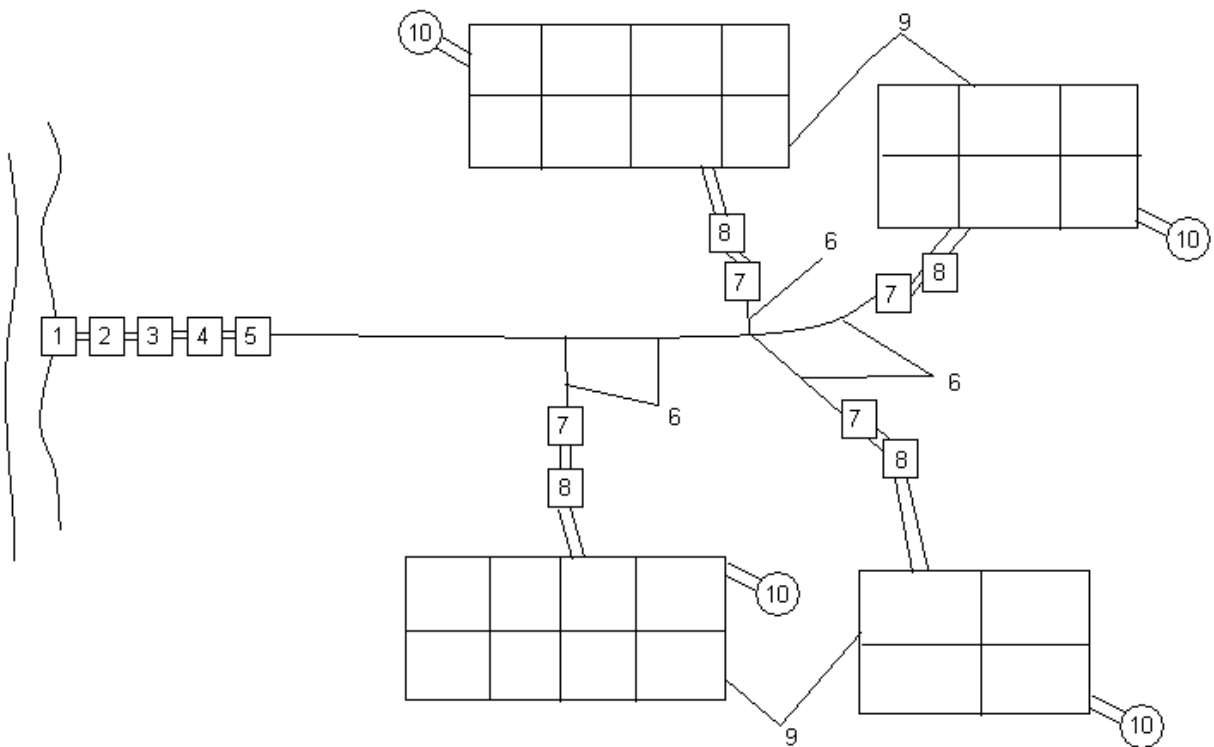


Рисунок 5 – Схема районної (групової) системи водопостачання

1 – водозабір;

2 – насосна станція I підйому;

3 - очисні споруди;

4 – резервуари чистої води;

5 – насосна станція II підйому;

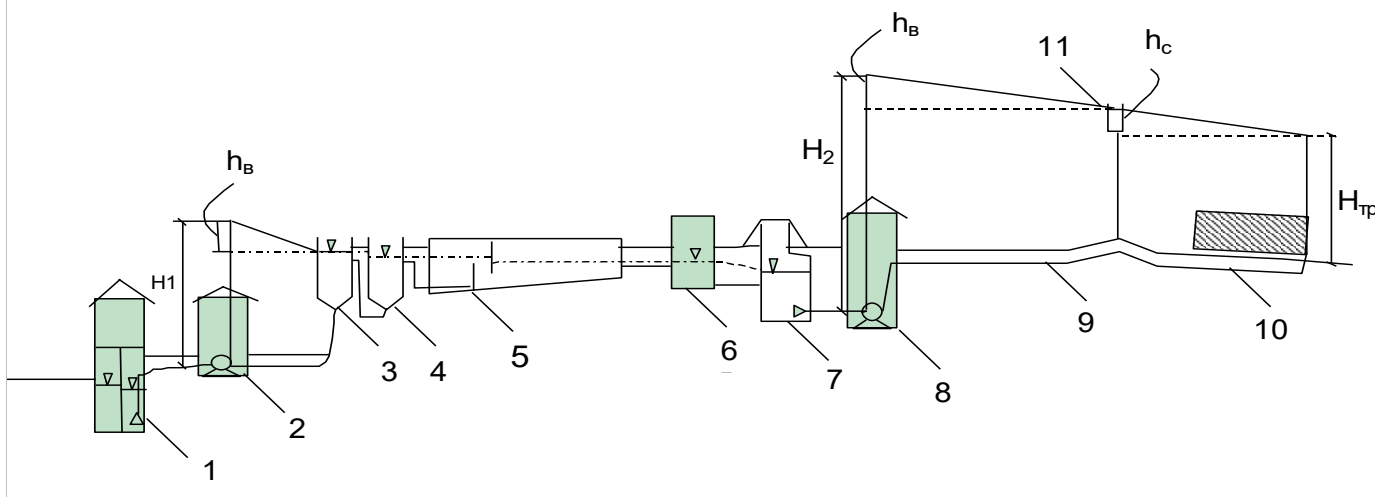
6 – водоводи;

7 – запасні РЧВ;

8 – насосні станції III підйому;

9 – водогінні мережі окремих населених місць;

10 – водонапірні башти.



**Рисунок 6 – П'єзометричні лінії в системі
с забором води з поверхневого джерела**

- 1 – водозабір;
- 2 – насосна станція I підйому;
- 3 – камера гасіння очисної станції;
- 4 – змішувач;
- 5 – горизонтальний відстійник з камерою
пластівцеутворення;
- 6 – швидкий фільтр;
- 7 – резервуар чистої води;
- 8 – насосна станція II підйому;
- 9 – водоводи;
- 10 – мережа міста.

Напір насосної станції I підйому

$$H_I = Z_{гас} - Z_{б.к.} + \sum h_{н.ст.} + \sum h_{нап.вод.}$$

Перепад між рівнем води в камері гасіння і в резервуарах чистої води визначається втратами напору в спорудах і в комунікаціях:

$$Z_{рчв} = Z_{гас} - \sum h_{спор.} - \sum h_{тр.}$$

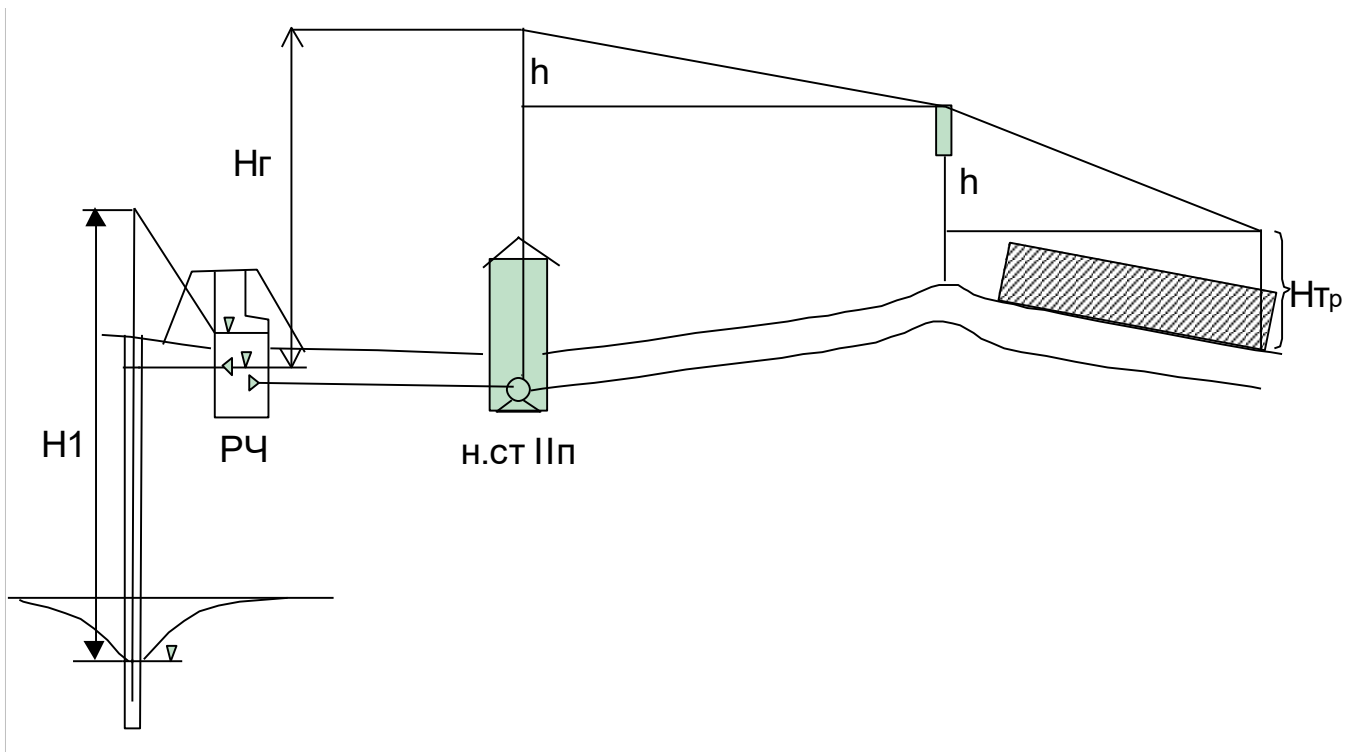


Рисунок 7 – П'єзометричні лінії в системі з забором води зі свердловинами при наявності резервуарів чистої води

3. Напір насосів у свердловині дорівнює

$$H_1 = Z_{pчв} - Z_{\partial.ур.} + \sum h_{нас} + \sum h_{нап.тр}$$

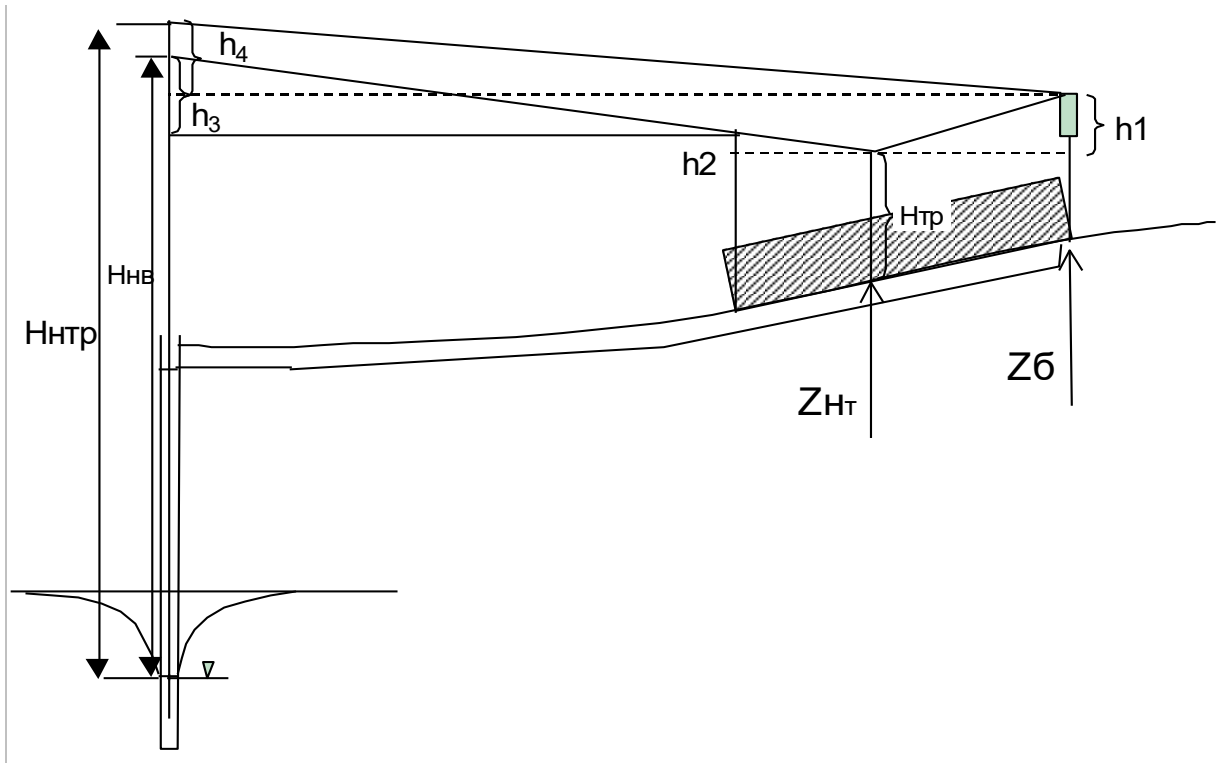


Рисунок 8 – П'єзометричні лінії в системі з подачею води зі свердловини безпосередньо в мережу

Напір насосів при максимальному водорозборі буде

$$H_{м.в.} = H_{п} + h_2 + h_3 + Z_{н.т.} - Z_{\partial.р.} + \sum h_{нас} + \sum h_{н}$$

Напір насосів при максимальному транзиті дорівнює

$$H_{м.тр.} = H_{баш} + H_{бак} + \sum h_c + \sum h_{вод.тр} + Z_б - Z_{Д.Р} + \sum h_{нас} + \sum h_n$$

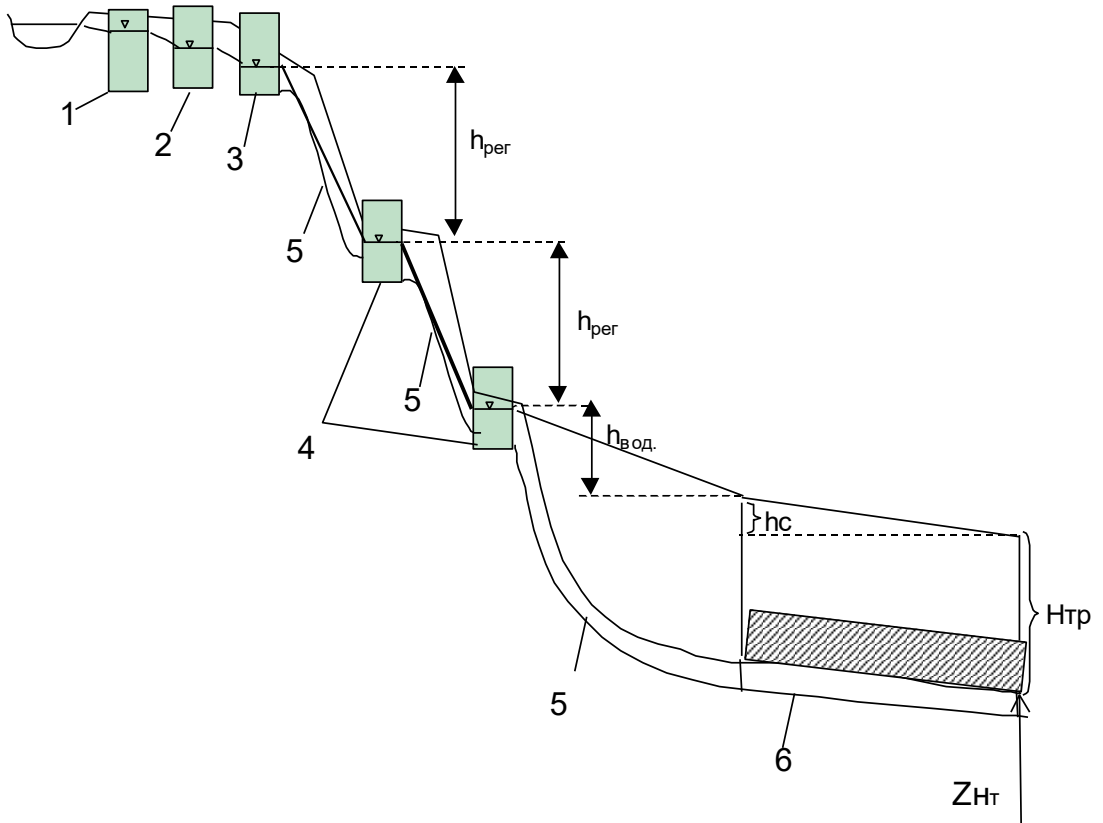
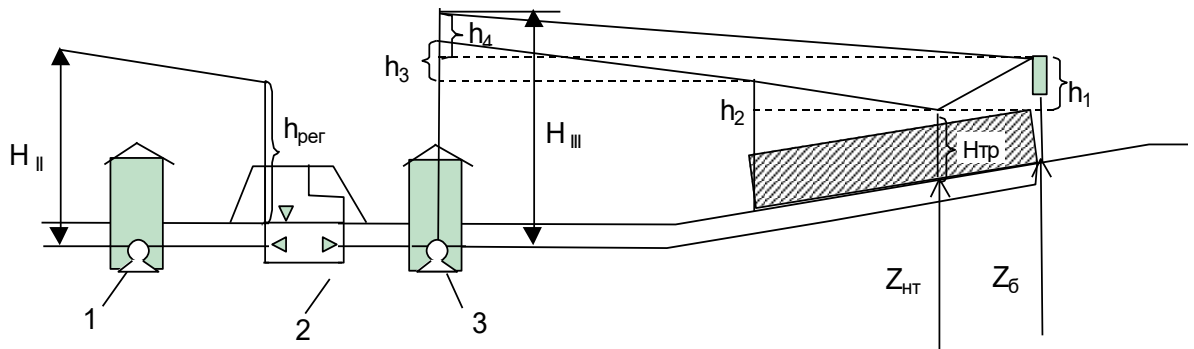


Рисунок 9 – Гідрометричні лінії в системі водопостачання з гірського джерела

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 – водозабір; | 4 – розвантажувальні резервуари; |
| 2 – відстійники; | 5 – водоводи; |
| 3 – резервуари чистої води; | 6 – водопровідна мережа; |

Необхідна висота регулювання визначається за формулою

$$h_{рег} = \Delta Z + \sum h_{вод} + \Delta Z_{рег}$$



Малюнок 10 – П'єзометрична лінія до кожного з населених пунктів групового водопроводу

- 1 – насосна станція II підйому;
- 2 – запасний резервуар чистої води у населеного пункту;
- 3 – насосна станція III підйому

Напір насосної станції II підйому визначається за формулою

$$H_{II} = H_{Г} + \sum h_{м.в} + H_{B}$$

Річкові водозабірні споруди. Водозабірні споруди берегового типу

План

- 1.3.1 Загально-екологічні показники.
- 1.3.2 Санітарно-гігієнічні показники.
- 1.3.3 Енергетичні показники.
- 1.3.4 Експлуатаційні показники.
- 1.3.5 Економічні показники.



1.

водозабезпеченість загального стоку 4,42 тис.
м³/мешканця або 0,34 км³/км²

Закарпатській області на
1 км² території випадає
625 тис. м³/рік водяного
стоку,

в Херсонській
області – лише
5,4 тис. м³/рік.

обсяги води (у % до піднятої
води) у 2021 році характеризувались таким
чином : очищена вода – 75,4 % (у
2020 р. – 73,8 %); подана усім споживачам
вода – 92, 7% (у 2020 р. – 92,2 %);
реалізована вода – 65 % (у 2018р. – 63,6 %);
знезаражена вода - 82,5 % (у 2020 р.
– 80,6 %); втрати та витрати води – 35 % (у
2018 р. – 36,4 %).

Таблиця 1.1 – Характеристика водоспоживання міст світу

Місто	Чисельність населення, тис. мешк.	Середньодобове водоспоживання тис.м ³ /добу
1	2	3
Амстердам	1100	230
Антверпен	1000	329
Барселона	3147	855
Брюссель	2100	304
Будапешт	2100	875
Варшава	1552	532
Відень	1600	441
Гамбург	1950	430
Копенгаген	850	263
Лісабон	2000	411
Лондон	5989	2020
Мадрид	3990	1216
Мюнхен	1359	375
Париж	2100	800
Рим	2912	1534
1	2	3
Цюрих	400	171
Бомбей	8200	2000
Кіото	1432	507
Токіо	10635	4943
Хіросіма	800	370
Денвер	952	713
Чикаго	4670	3801
Олександрія	3600	830
Туніс	1000	-
Бразилія	910	328
Ріо-де-Жанейро	4209	2365
Сан-Паулу	8025	1975
Мельбурн	2470	1220
Сідней	3300	1626

Таблиця 1.2 – Аналіз водоспоживання міст

Місто	Джерело і його частка в загальному живленні, %	Питоме водоспоживання, л/добу*мешк.	
		Усього	У тому числі населенням
1	2		4
1. Амстердам	ШППВ-74, озеро-24, ПВ-2	204	100
2. Антверпен	Суд. канали-100	329	85
3. Барселона	Ріки-91, ПВ-9	272	106
4. Брюссель	Ріка-35, ПВ-65	304	200
5. Будапешт	ПВ-92, Ріка-8	417	192
6. Варшава	Ріка-100	343	230
7. Відень	ПВ-98,5, Вдх-1,5	276	113
8. Гамбург	ПВ-100	221	181
9. Копенгаген	ПВ-84, Озера-16	309	173
10. Лісабон	Ріка-45, ПВ-55	210	73
11. Лондон	Ріки-87, ПВ-13	337	-
12. Мадрид	Вд-97,	305	162
	ПВ-3	276	-
13. Мюнхен	ПВ-100	380	179
14. Париж	Ріки-40, ПВ-60	-	-
15. Рим	ПВ-97, Озеро-3	369	257
16. Роттердам	Вд-100	228	100
17. Софія	Вд-100	522	-
18. Стокгольм	Озера-100	416	208
19. Хельсінки	Вд-95,4, Ріка-4,2, ПВ-0,4	393	212

2. Таблиця 1.3 – Показники якості питної води в різних стандартах

Показники	Стандарт							
	ГОСТ 2874-82	ЕС	Испания	Шве ція	Швей царія	Канада	США	ВОЗ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Каламутність, мг/л	1,5	1-10	5-10	-	1	5	1-5	1-5
Кольоровість, град	20	1-20	5-15	20-40	-	15	3-15	-
pH	6,0-9,0	6,5-8,5	7-9,2	7-9,5	-	6,5-8,3	-	6,5-8,5
Жорсткість, мг-екв/л	7,0	7,5-9,0	10	4-8	-	3,6-10	5-10	10
Сульфати, мг/л	500	25-250	200-400	100-200	-	500	250	400
Хлориди, мг/л	350	25	250-350	100-300	10	250	250	250
Азот нітратів, мг/л	45	6-10	6,8	-	4,5	-	10	10
Азот аммонійний, мг/л	-	0,05-0,5	-	0,05	-	0,5	-	-
Окислюваність (перманганатна), мг/л	3 (по водойм.)	2-5	12	-	-	-	-	-
Сухий залишок, мг/л	1000	1500	-	-	-	-	-	1000
Залізо загальне, мг/л	0,3	0,05-0,2	0,2-0,3	0,2-0,4	0,1	0,3	0,05-0,3	0,3
Марганець, мг/л	0,1	0,02-0,05	1,5 (Fe+Mn)	0,1	-	-	-	0,1
Фтор, мг/л	0,7-1,5	0,7-1,5	1,5	1,5	-	-	1,4-2,4	1,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фенол, мг/л	0,001	0,0005	0,001	0,001	-	0,002	0,001	-
СПАР, мг/л	по ГДК	0,2	-	0,5	-	0,2-0,5	0,5	-
Загальний рахунок бактерій	10	10	-	-	-	-	-	-
Кишкова паличка фекальної групи,	3 в 1 л	0; <1	0-2	-	0	-	1-4	0

Для
ламінарного
потoku
швидкість
корозії

$$K_1 = k_o U^n$$

$$K_1 = \beta \cdot 7.72 \cdot 10^{11} d^{2/8} D^{-1/3} l^{-1/3} C_o U^{1/3}$$

$$K_1 = \frac{\beta}{\alpha} \cdot 1.74 \cdot 10^{11} v^{-5/8} d^{3/4} D^{-1/8} C_o U^{7/8}$$

де D – діаметр труби;

Для
турбулент
ного

l – довжина труби;

U – середня швидкість потоку, см/с;

ν – кінематична в'язкість;

d – коефіцієнт дифузії;

C_o – об'ємна концентрація кисню;

μ – емпірична постійна.

Залежність швидкості корозії K_1 від швидкості потоку води визначається рівнянням

$$K_1 = \beta \cdot 2,11 \cdot U^{1/3},$$

$$K_1 = \beta \cdot 5,62 \cdot U^{7/8},$$

$$K_1 = 28,2 \cdot U^{1/3},$$

збільшення концентрації заліза у воді

$$C = 0,1 \cdot \pi \cdot D \cdot l \cdot K_1 / Q_{доб},$$

де D – діаметр трубопроводу в м;

l – довжина трубопроводу в м;

K_1 – швидкість корозії в мг/(дм²·доб);

Q – добова витрата води по трубопроводу в м³/добу.

$$C_{заг} = C_{висх} + C,$$

де $C_{висх}$ – концентрація заліза на початку ділянки.

$$W_{тр} = 0,785 D^2 \cdot l,$$

де D – діаметр трубопроводу;

l – довжина ділянки.

$$W_{\text{забр}} = 3 \cdot W_{\text{тр}} = 3 \cdot 0,785 \cdot 10^3 \cdot D^2 \cdot l = 2355 D^2 \cdot l$$

де D – діаметр трубопроводу, м;

l – довжина ділянки, м.

$$W_{\text{забр.ст}} = 2355 D^2 \cdot l / C_{\text{забр}}$$

3.

Таблиця 1.4 – Потужність двигунів у системах водопостачання

Місто	Потужність двигунів насосних станцій, кВт
1	2
1. Лондон (I підйом)	7850
2. Мадрид (усього в системі)	20978
1	2
3. Париж (без пригородів)	18000
4. Бомбей (II підйом)	6765
Чикаго: електродвигуни парові приводи	33120 - 50960
6. Сан-Паулу	60000
7. Запоріжжя $N_{\text{роб}}/N_{\text{устан}}$	35320/65820
8. Дніпропетровськ	35000

Іноді використовується такий показник, як довжина трубопроводів на 1000 м³/доб води. Так для Брюсселя, Копенгагена, Мельбурна і Сіднея цей показник вище 10 км, а менше 3 км – для Парижа, Рима, Ріо-де-Жанейро і деяких інших міст [1].



Таблиця 1.5 – Довжини водопровідних мереж і об'єми резервуарів чистої води (РЧВ)

Місто	Довжина водоводів і вуличних мереж, км	Об'єм РЧВ, Тис. м ³
1	2	3
1. Амстердам	1795	130
2. Антверпен	1924	155
3. Барселона	3156	676
4. Брюссель	3986	530
5. Будапешт	4100	298
6. Варшава	1333	140
7. Відень	3112	-
8. Гамбург	5132	280
9. Копенгаген	855	441
10. Лісабон	1108	520
11. Лондон	16000	1985
12. Мадрид	3814	2074
13. Мюнхен	2302	306
14. Париж	1817	1200
15. Рим	3700	210
16. Роттердам	2366	155
17. Софія	2609	282
18. Стокгольм	1710	277
19. Хельсінки	950	188

Для характеристики наявних у системі запасів води використовується коефіцієнт

$$K_1 = \sum W_{pчв} / Q_{сер.доб}$$

Забезпечення технологічної надійності



- використання не менше двох джерел водопостачання;
- регулювання запасів води в джерелі водопостачання;
- збільшення кількості головних споруд;
- улаштування кільцевого водоводу навколо міста, яке забезпечується водою;
- збільшення об'ємів запасних регулюючих резервуарів в системі водопостачання;
- дублювання електропостачання;

Забезпечення санітарної надійності



- улаштування прибережних (наливних) водоймищ;
- застосування біотестів для безупинного контролю токсичних забруднень у джерелі водопостачання;
- організація зон санітарної охорони джерел водопостачання;
- складання банку даних про потенційно небезпечні речовини;
- розробка моделей можливих забруднень джерела;
- розробка технології очищення води на очисній станції в умовах аварійного забруднення

«випадкові» забруднення:

69% випадків є результатом недбалості і можуть бути легко усунені;

У 20% випадків – є наслідком непередбачених обставин,

9% випадків -причини цього не встановлені;

2% випадків забруднення викликані аваріями під час перевезення шкідливих речовин автомобільним і водним транспортом. При

цьому в 39% випадків забрудненнями були нафта і нафтопродукти, у

26,5% - продукти хімічної промисловості (кислоти, луги, феноли й ін.) у 34,5%

випадків— інші речовини (шлам, папір, пластмаса та інші).

Тема 4. Використання сучасних водних технологій в роботі поверхневих водозабірних споруд

1. Особливості реальних водозаборів вітчизняних і закордонних міст.
2. Основні проблеми, що підлягають розв'язуванню для поліпшення роботи споруд при заборі води з поверхневих вод.
3. Основні проблеми, що підлягають розв'язуванню для поліпшення роботи споруд при заборі води з підземних джерел.
4. Шляхи поліпшення роботи спеціальних водозаборів.

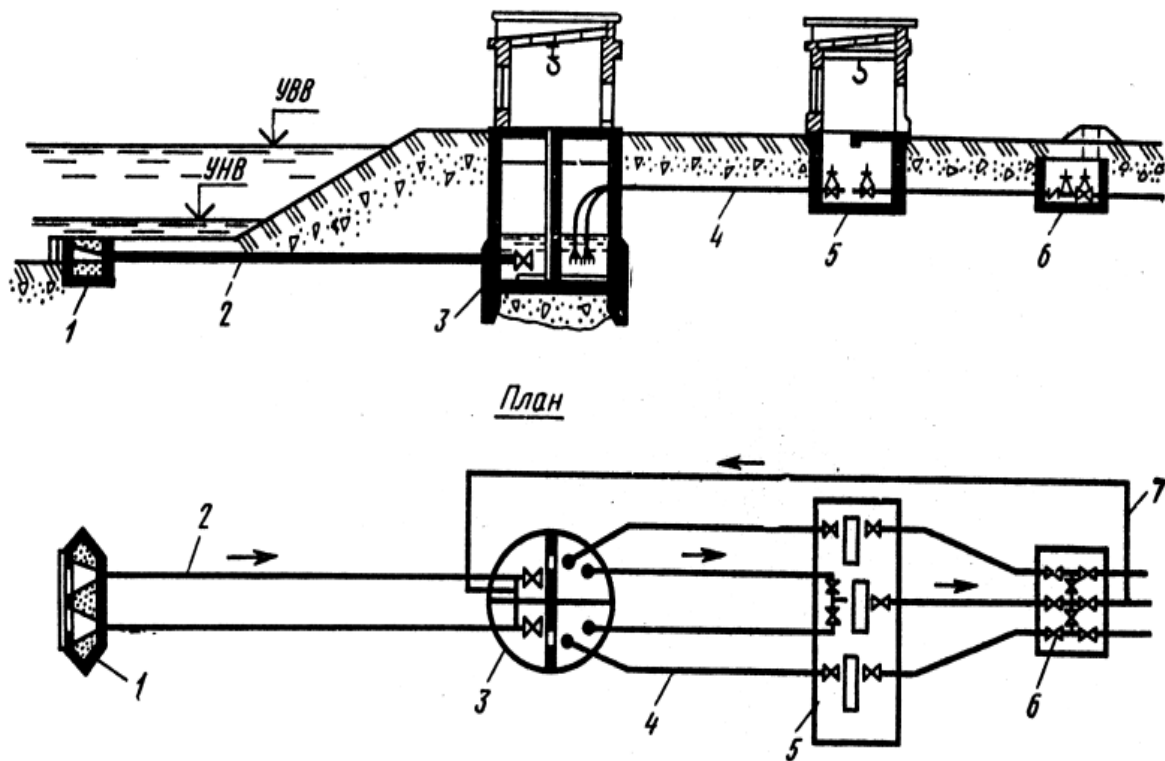


Рисунок 4.1 – Схема руслового водозабору з роз'єднаною компоновкою

1 – оголовок; 2 – самопливний водогін; 3 – приймальне відділення берегового колодязя; 4 – всмоктувальне відділення; 5 – насосна станція I підйому; 6 – камера переключень; 7- водогін подачі промивної води;

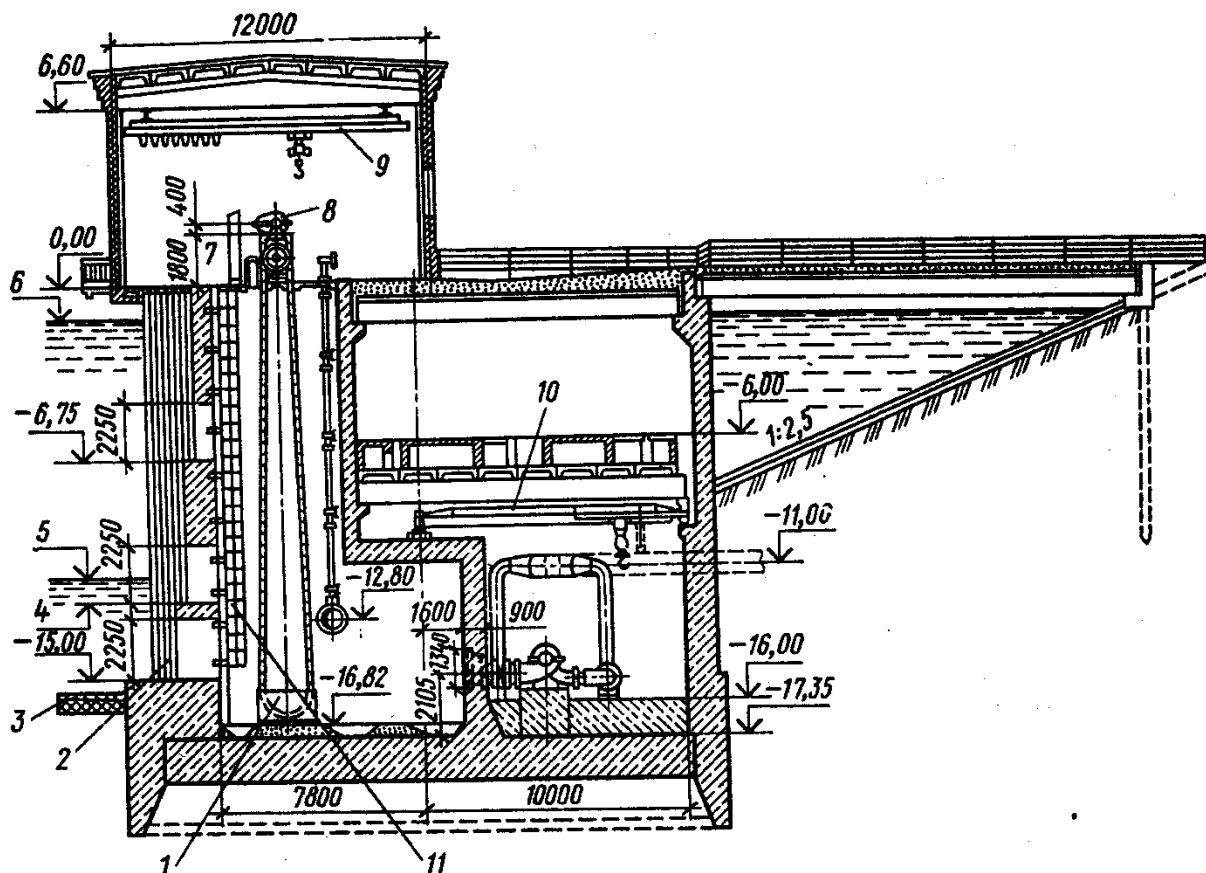


Рисунок 4.2 – Схема берегового колодязя з роз'єднаною компоновкою:

1- водоочистна сітка; 2- гладка рибовідгороджувальна сітка;
 3- кам'яна підготовка; 4,5 – мінімальні рівні: літній та зимовий, 6- максимальний рівень, промивний устрій сітки,
 8 – привід сітки, що обертається, 9 – підвісна кран-балка,
 10 – радіальна кран-балка, 11 – сходи;

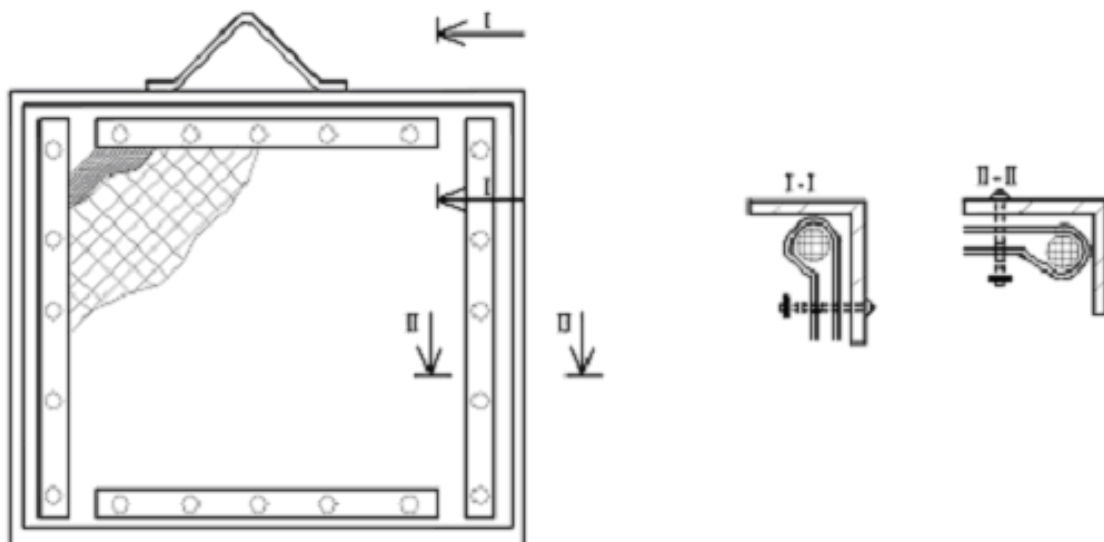


Рисунок – Плоска сітка

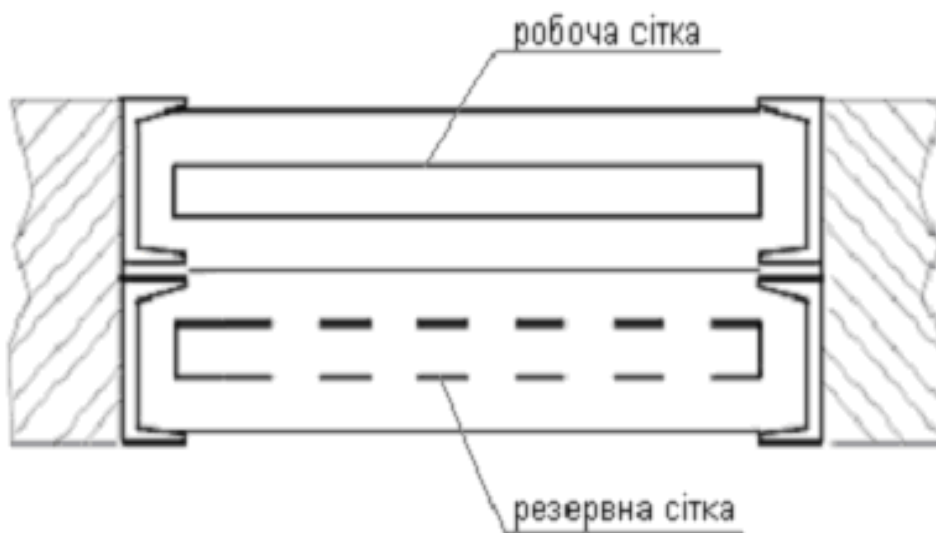
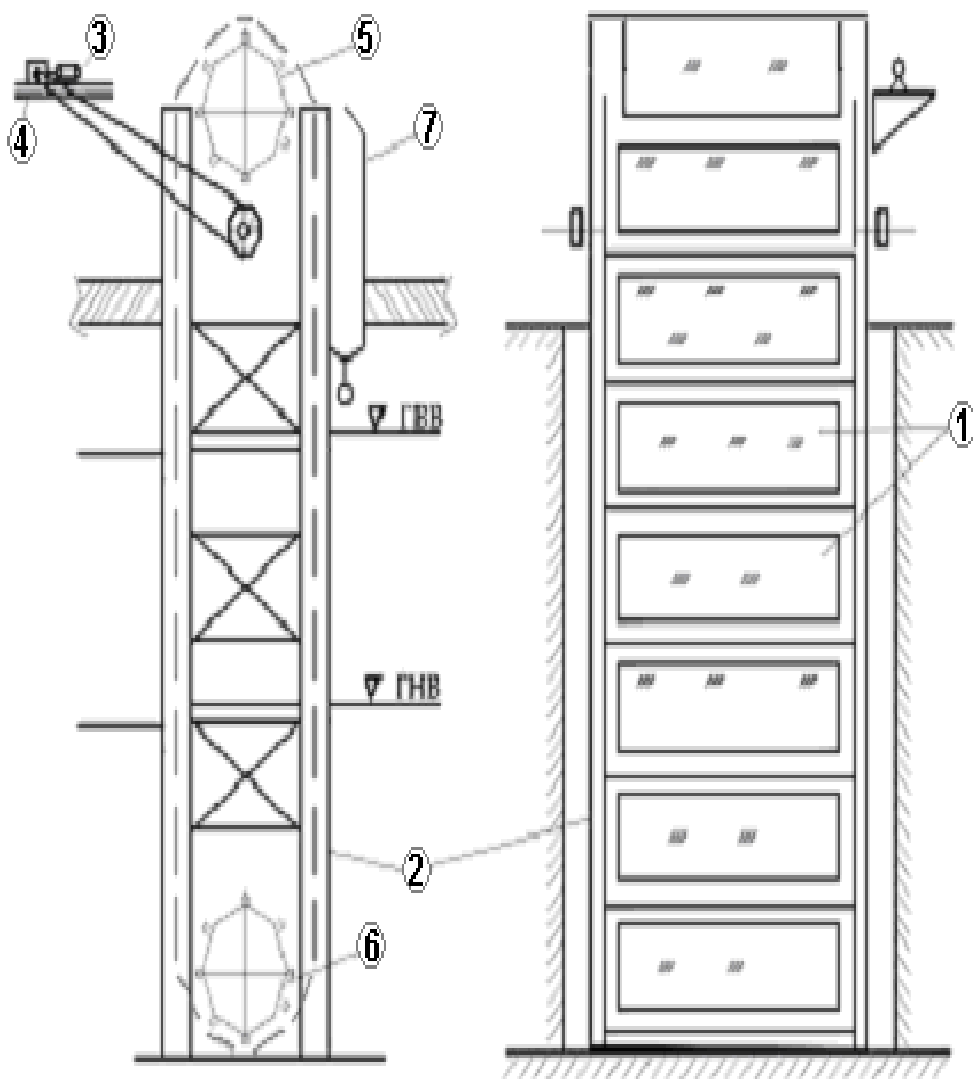
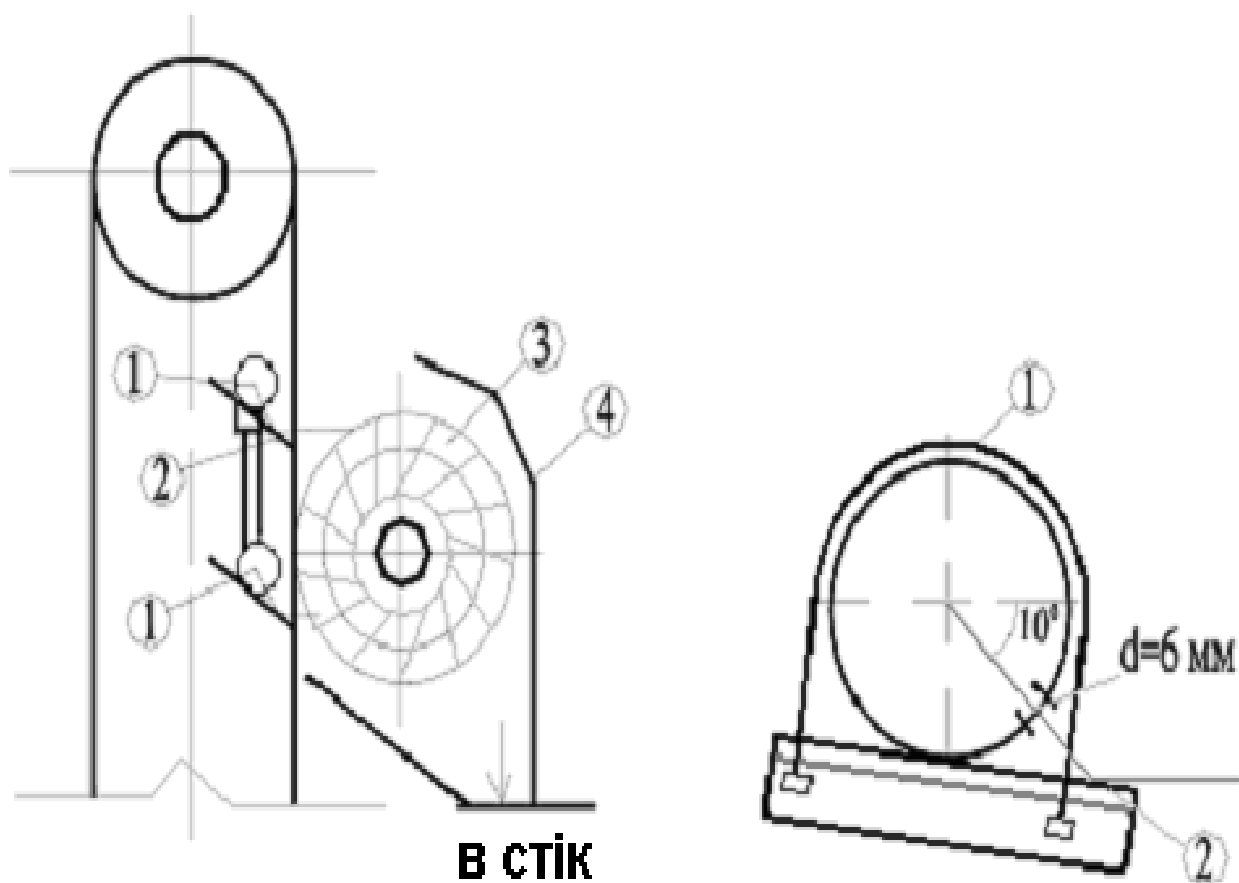


Рисунок – Установка сіток в направляючі



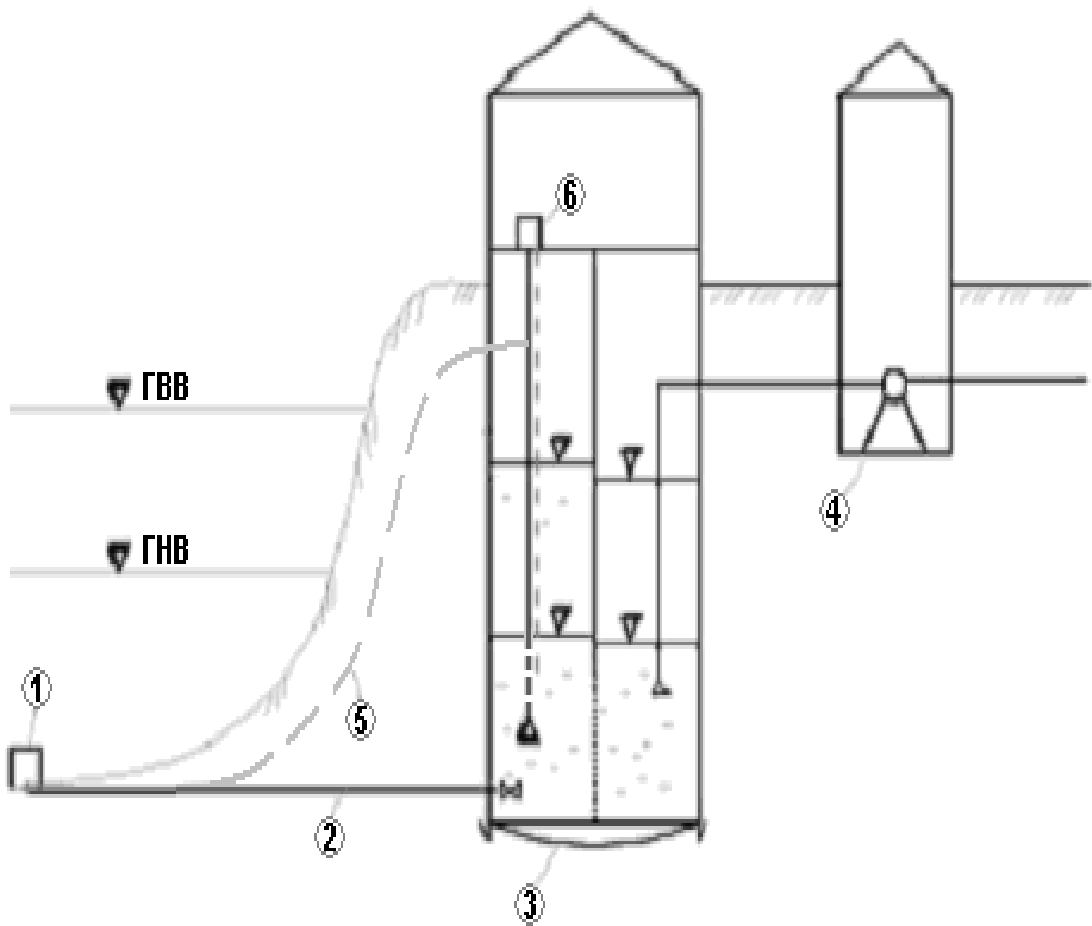
1 – секції сіток на роликівому ланцюгові; 2 – каркас з направляючими для роликового лагцюга; 3 – електродвигун; 4 – редуктор; 5 – верхній ведучий барабан; 6 – нижній направляючий барабан; 7 – лоток для збору промивної води.

Рисунок – Сітка, яка обертається



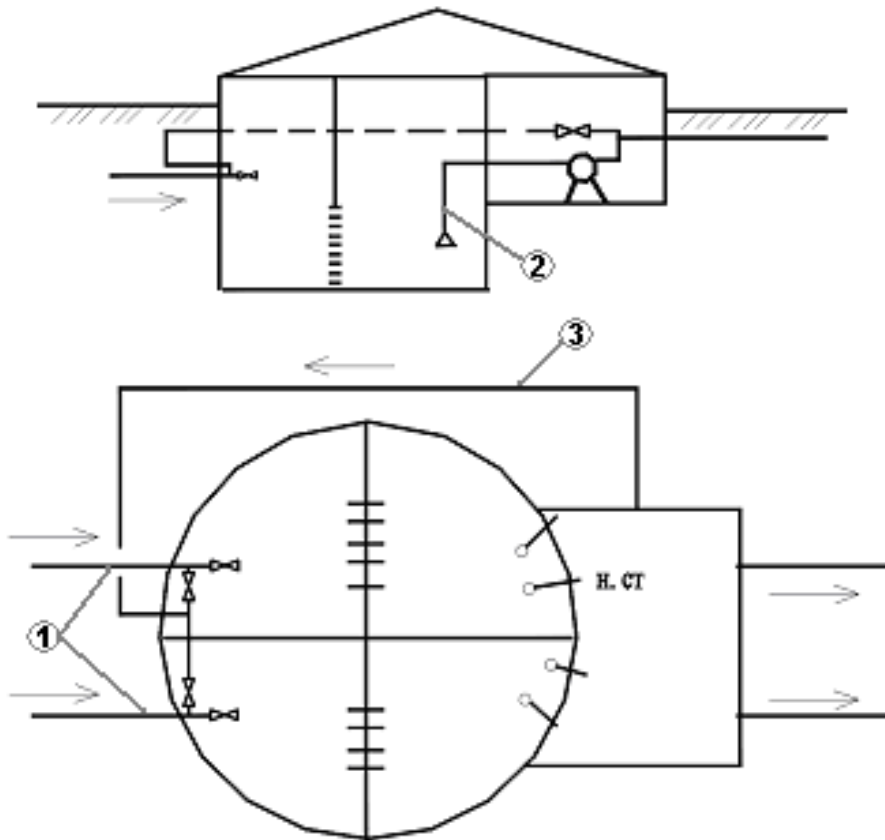
1 – промивні труби $d=70\text{мм}$; 2 – направляючі для формування плоского промивного струменю; 3 – нейлонові щітки, що обертаються; 4 – лоток для відбиву і збору води після промивки сітки.

Рисунок 3.6 – Промивний пристрій



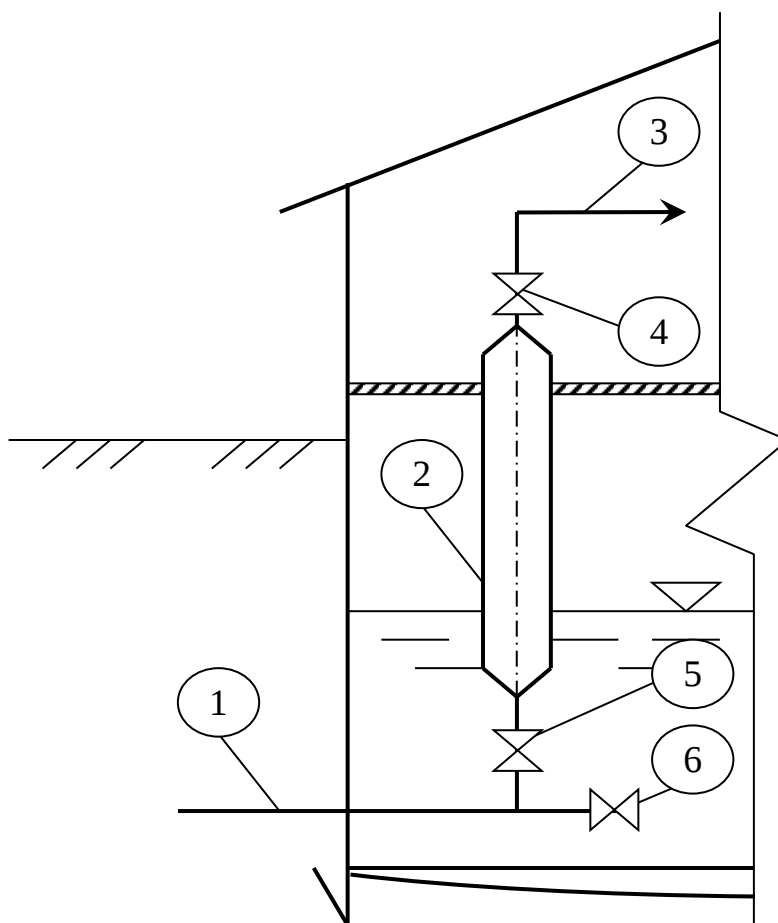
1 – оголовок; 2 – самопливні лінії; 3 – береговий колодязь; 4 – насосна станція I підйому; 5 – сифонна лінія (для варіанту водозабору з сифонними лініями) 6 – вакуум – насос.

Рисунок 3.7 – Схема руслового водозабору



1 – самотливні труби; 2 – всмоктуючі труби; 3 – напірний трубопровід для зворотньої промивки.

**Рисунок 3.8 – Схема промивки
зворотнім током води**

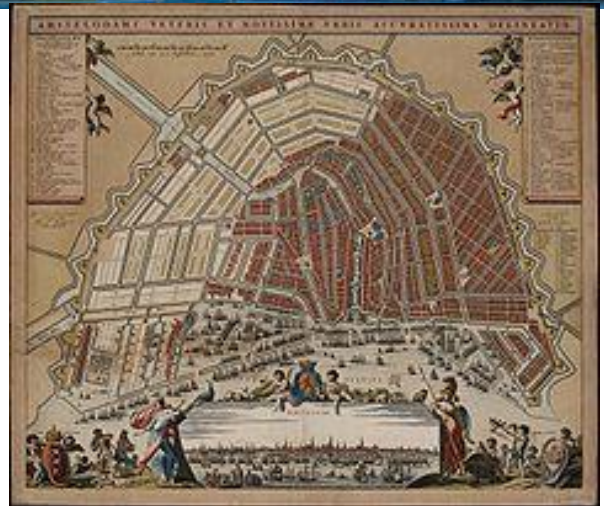


Рисунок– Схема гідроімпульсної
промивки самопливних
і сифонних ліній

Таблиця 3.2 – Терміни виконання періодичних оглядів і робіт

Споруди, обладнання, роботи	Термін огляду	Термін очищення
Оголовки і грати водоприймачів в умовах нормального режиму роботи	2 рази на рік	За необхідністю
Самопливні лінії	1 раз на рік	1 раз на рік
Береговий колодязь: в тому числі:	2 рази на рік	1 раз на рік за необхідністю
- видалення осаду; - ремонт сіток;	постійний нагляд	
Укріплення берегової смуги біля водозабору	2 рази на рік	2 рази на рік
Перевірка стану і роботи засувки, приймальних клапанів і сіток, арматури, самопливних усмоктувальних та грязьових трубопроводів.	2 рази на рік	

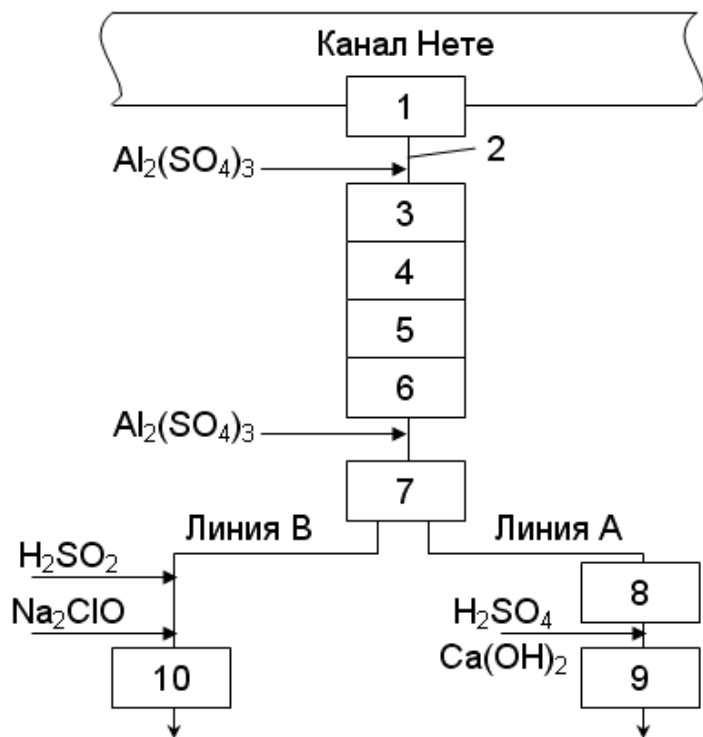
2.



Канали Амстердама

Місто Антверпен одержує воду від двох водозаборів. Один водозабір забирає воду з каналу Неті, котрий з'єднує р. Маас з р. Неті, правим рукавом р. Шельди. Другий водозабір розташований на каналі Альберта загальною довжиною 125 км, що з'єднує р. Маас безпосередньо з р. Шельда. Обидва водозабори можуть подавати до 564000 м³/доб (при необхідності).

Площа дзеркала усіх водоймищ-відстійників 64 га, найбільша глибина 3 – 5 м, повний об'єм 2755 тис.м³. Середній час перебування води в цих спорудах близько 7 діб



Другий водозабір :Водоприймальник має чотири вхідних вікна і стільки ж самопливних труб. Вікна заглиблені на 2 –3 м відносно нормального рівня води в каналі. Швидкість входу води у водоприймальні вікна $V_{вх} \leq 0,3$ м/с. Самопливні труби виконані із залізобетону, мають прямокутний перетин розміром 2,2×2,0 м і довжиною 37 м. У будинку ґрат труби входять у 2 відкритих канали шириною по 3 м. В каналах встановлені послідовно по дві механізовані ґрати: перша з прозорами 60 мм, друга – із прозорами 16 мм. За ґратами розташовані сітчасті барабанні фільтри із сітками з отворами 0,58 мм.

1 – водоприймач; 2 – лоток Вентурі; 3-7 – водоймища відстійники; 8 – три відстійних басейни; 9, 10 – насосні станції I підйому.

Рисунок – Схема водозабору м. Антверпена

- ❑ збільшення пропускної здатності;
- ❑ удосконалювання методів рибозахисту;
- ❑ забезпечення стійкої роботи водозаборів ;
- ❑ спрощення експлуатації ґрат і сіток;
- ❑ удосконалювання методів видалення осаду;
- ❑ удосконалювання конструктивних рішень берегових колодязів;
- ❑ удосконалювання затоплених водоприймачів руслових водозаборів;
- ❑ підвищення ефективності промивань самопливних і сифонних ліній;

Тема Використання сучасних водних технологій в роботі підземних водозабірних споруд

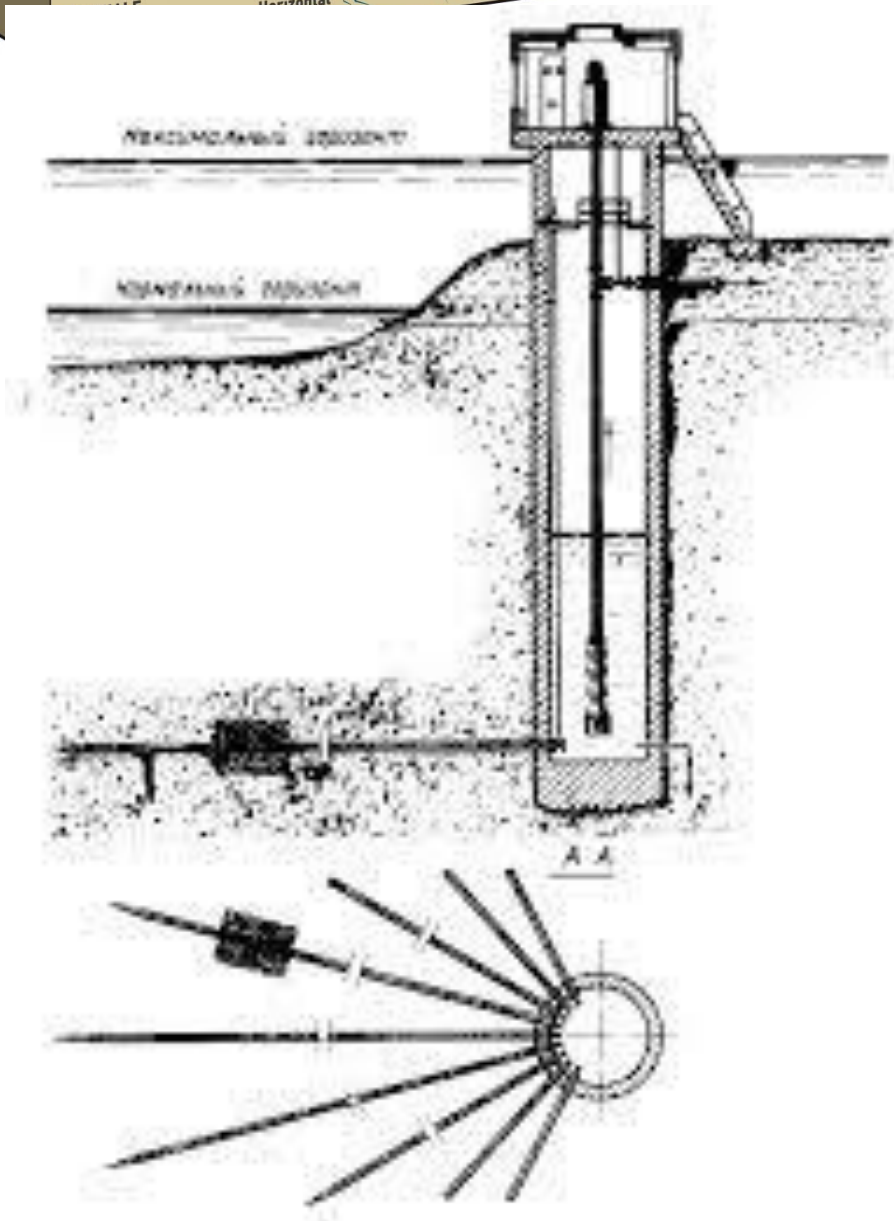
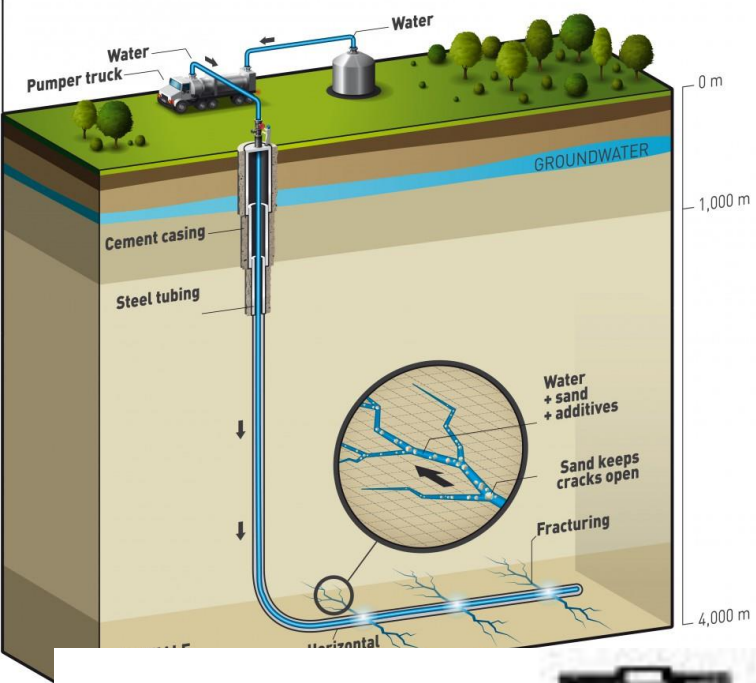
План

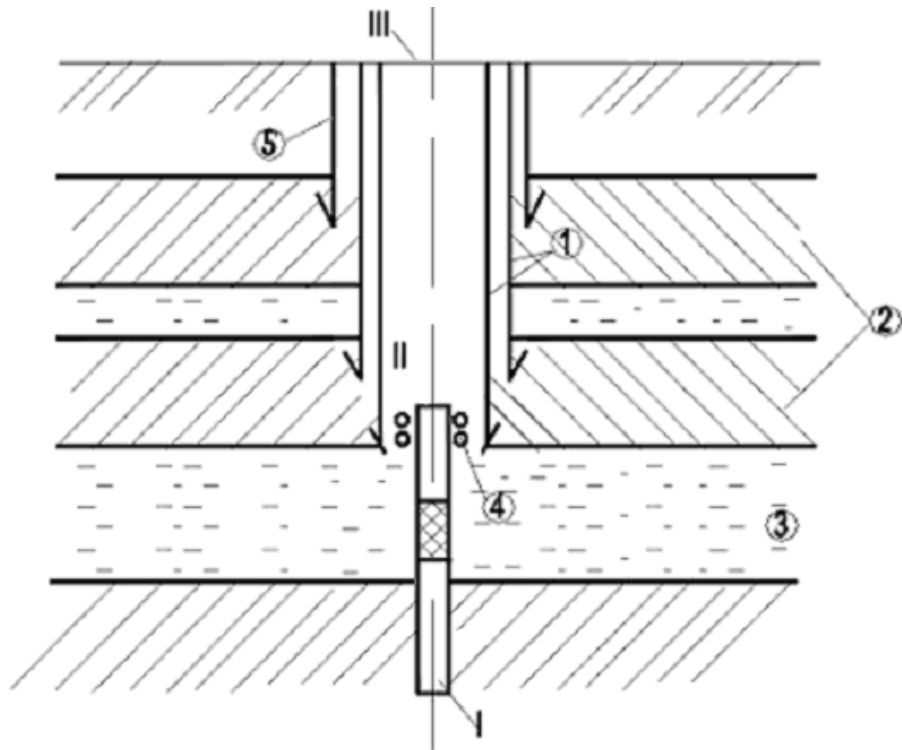
2.1.1 Особливості роботи підземних водозабірних споруд.

2.1.2 Основні проблеми, що підлягають розв'язуванню для поліпшення роботи споруд при заборі води з підземних джерел.

2.1.3 Шляхи поліпшення роботи спеціальних водозаборів

HYDRAULIC FRACTURING





I – фільтр; II – стовбур; III – горловина свердловини;

1 – обсадні труби; 2 – водонепроникна порода;
3 – водоносний пласт,
з якого забирається вода; 4 – сальник; 5 –
кондуктор.

Рисунок 3.10 – Трубчастий колодязь

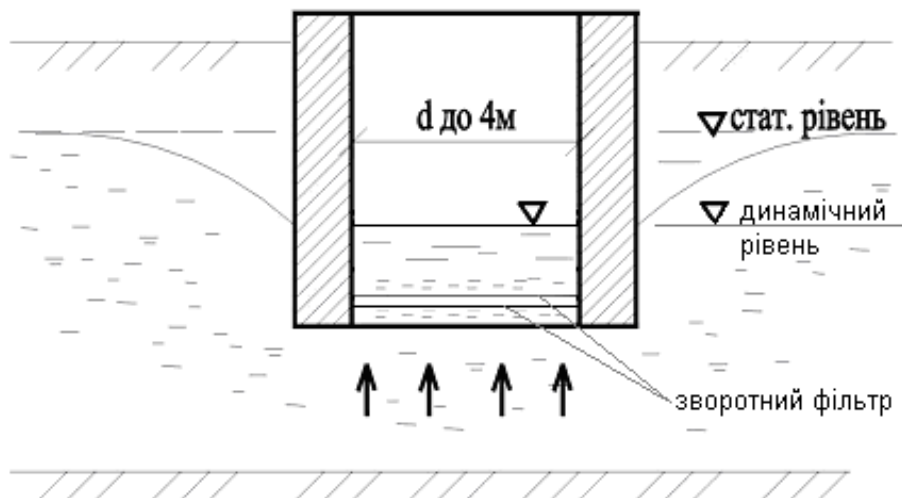
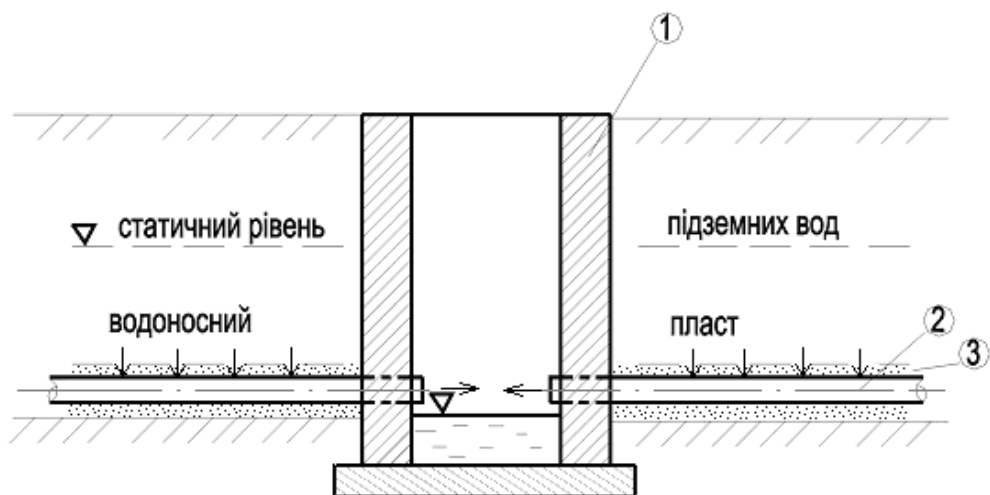
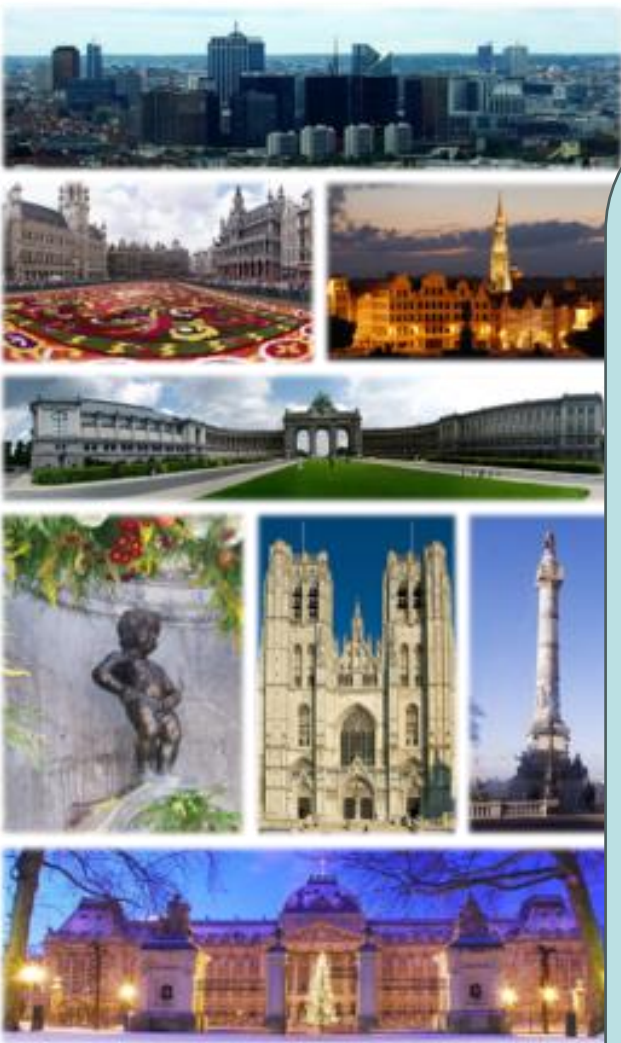


Рисунок – Шахтний колодязь



1 – збірний колодязь, 2 – горизонтальні водозбори, 3 – зворотний фільтр.

Рисунок – Схема горизонтального водозбору



□

М. Брюссель (Бельгія) і його пригорода на 70% живляться з підземних джерел на території

ко
3 тис.км². побудовано 30 сумісних та одиночних водозаборів. Найбільший дебіт (52 тис.м³/доб) мають інфільтраційні галереї. Інфільтраційні галереї, як правило, виконані перетином 1,2×1,8 м і розташовані на глибині 60 м і більше.

Свердловини, які побудовані в піщаних породах, мають діаметр від 400 до 1000 мм і глибину до 60 м. Свердловини у вапняках мають діаметр 550 мм і глибину близько 50 м.

Найглибші свердловини (до 400 м) виконані в крейдових відкладеннях. Обсадні труби мають початковий діаметр 800-1000 мм. Фільтри виконані з перфорованих труб.

Джерелом водопостачання м. Будапешта служить ґрунтова інфільтраційна вода р. Дунай, а також річкова й артезіанська вода. Інфільтраційна вода надходить з галечникових і гравелистих відкладень.. Водонесні шари залягають на глибині 6–12 м. Для забору цієї води використовуються 43 шахтних променевих



м. Варшава

Джерелом водопостачання м. Варшава є води р. Вісла. У місті – два комплекси головних споруд: право- і лівобережний. На правому вода забирається насосами I підйому і подається на очисну станцію продуктивністю 480 тис.м³/доб. На другому комплексі забір здійснюється з підруслового потоку променевим водозабором у вигляді шахти і 15 горизонтальних променів діаметром 300 мм і довжиною близько 100 м кожний. Промені виконані з перфорованих сталевих труб із щілинами шириною 1,2 і 3 мм. Верхню частину шахти використовують під насосну станцію I підйому. З берегом водоприймальник з'єднаний тунелем



Відень

Сумарна продуктивність джерельних водопроводів складає 430 тис.м³/доб. Джерельна вода виходить із тріщинуватих крейдових і доломітових порід. Забір її здійснюється за допомогою каптажних споруд. Її відносна витрата складає 80,3% від загальної витрати міста.



М.Гамбург

Місто Гамбург забезпечується підземними водами з водоносних шарів, що залягають на глибині 5 – 20 м. Для забору води пробурено 210 колодязів, згрупованих навколо міста. Найбільш далекий з цих колодязів знаходиться на відстані 65 км від міста.



Лондон

У системі водопостачання Лондона вода забирається п'ятьма водоприймачами з р. Темзи і трьома з р. Лі (припливу Темзи). Крім того, частина води (13% загальної витрати) забирається з підземних джерел. Система обслуговує територію в 1400 км² з населенням близько 6 млн.люд.

Тема 7 Сучасні технології транспортування води

1. Застосування сучасних технологій розподілу потоків в мережах транспортування води в Україні.

2. Будівельні рішення і конструкції будівель і споруд

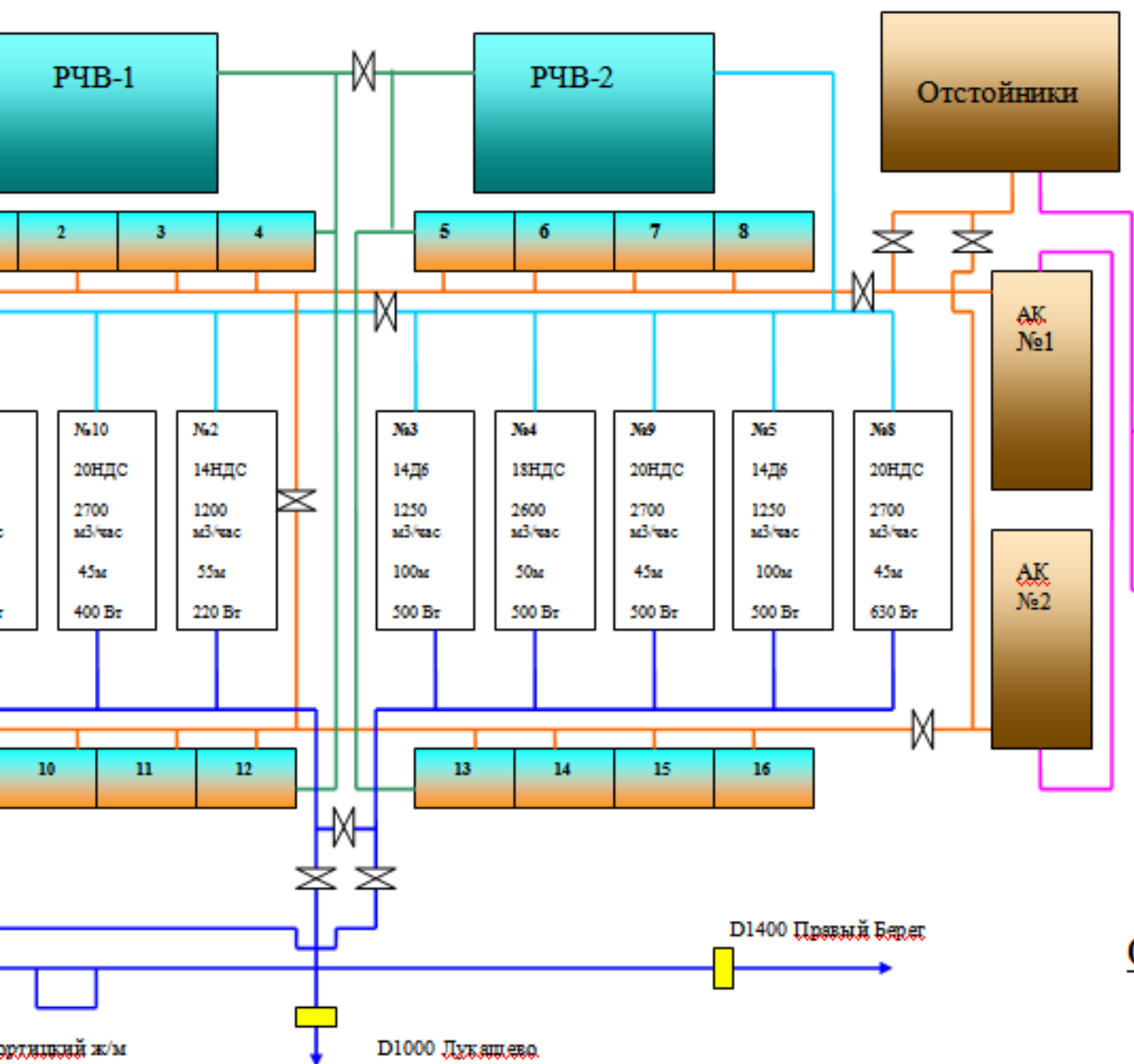
3. Насосні станції систем водопостачання вітчизняних і закордонних міст

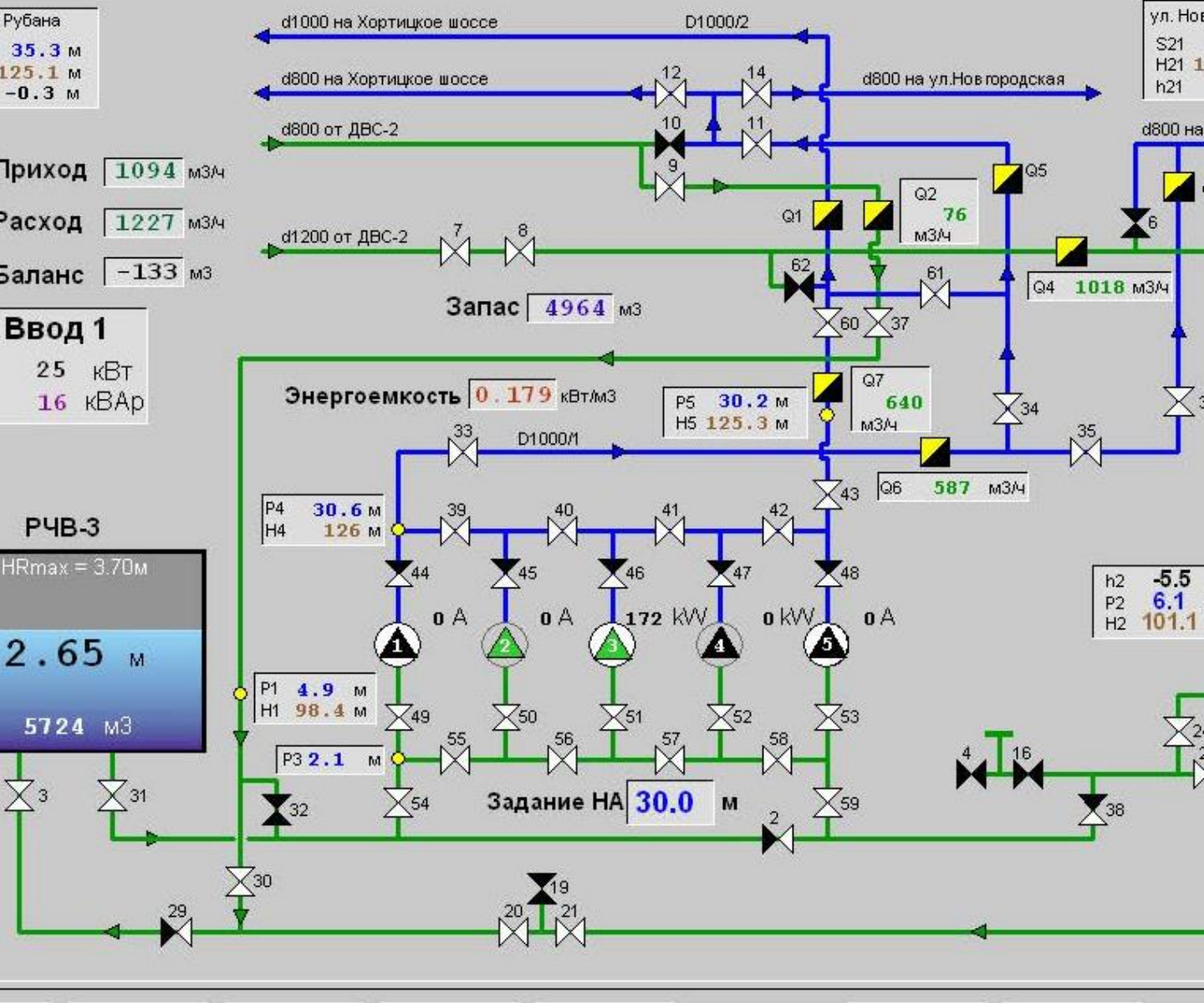
4. Оптимізація роботи насосних станцій

5. Забезпечення надійності насосних станцій

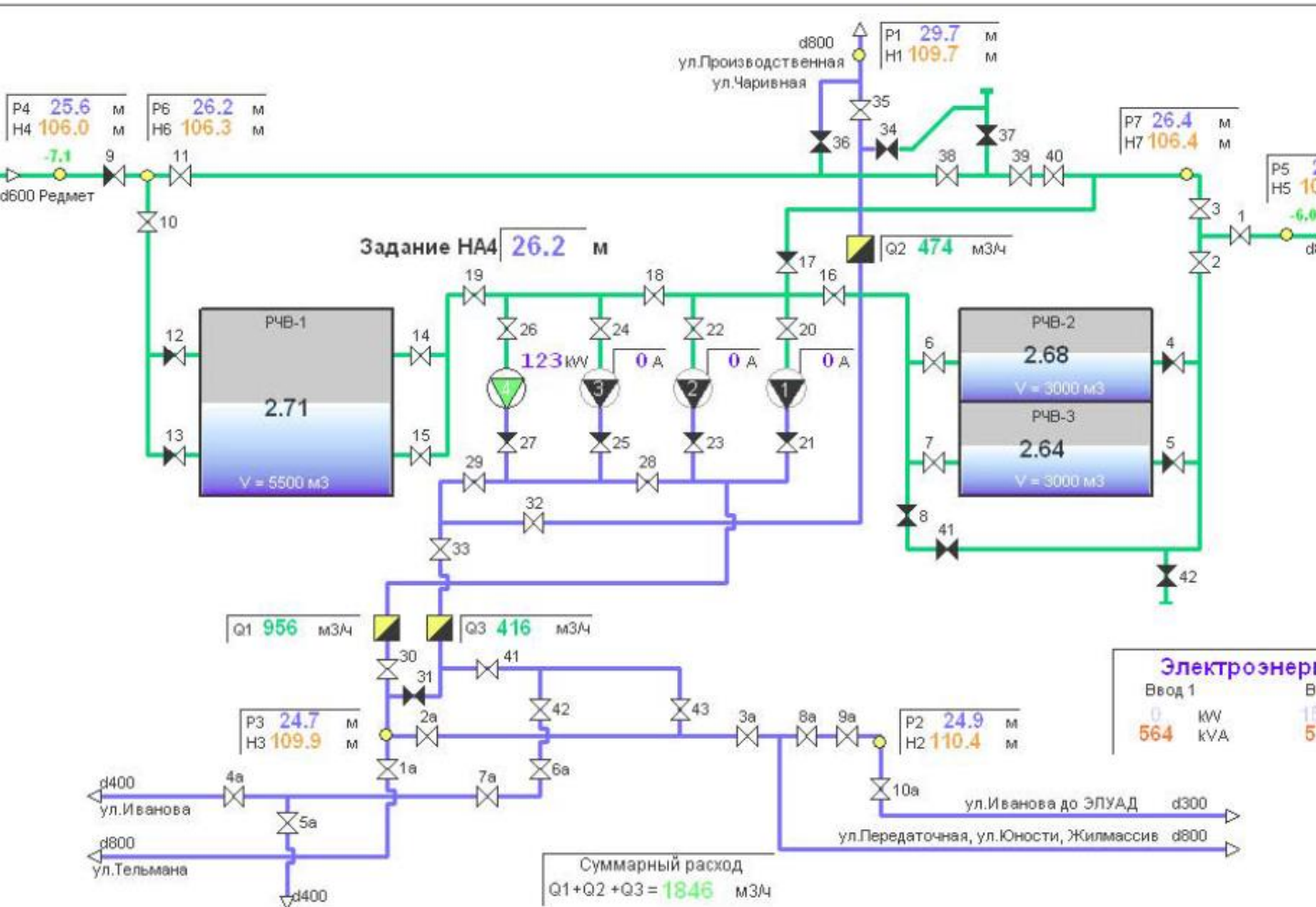




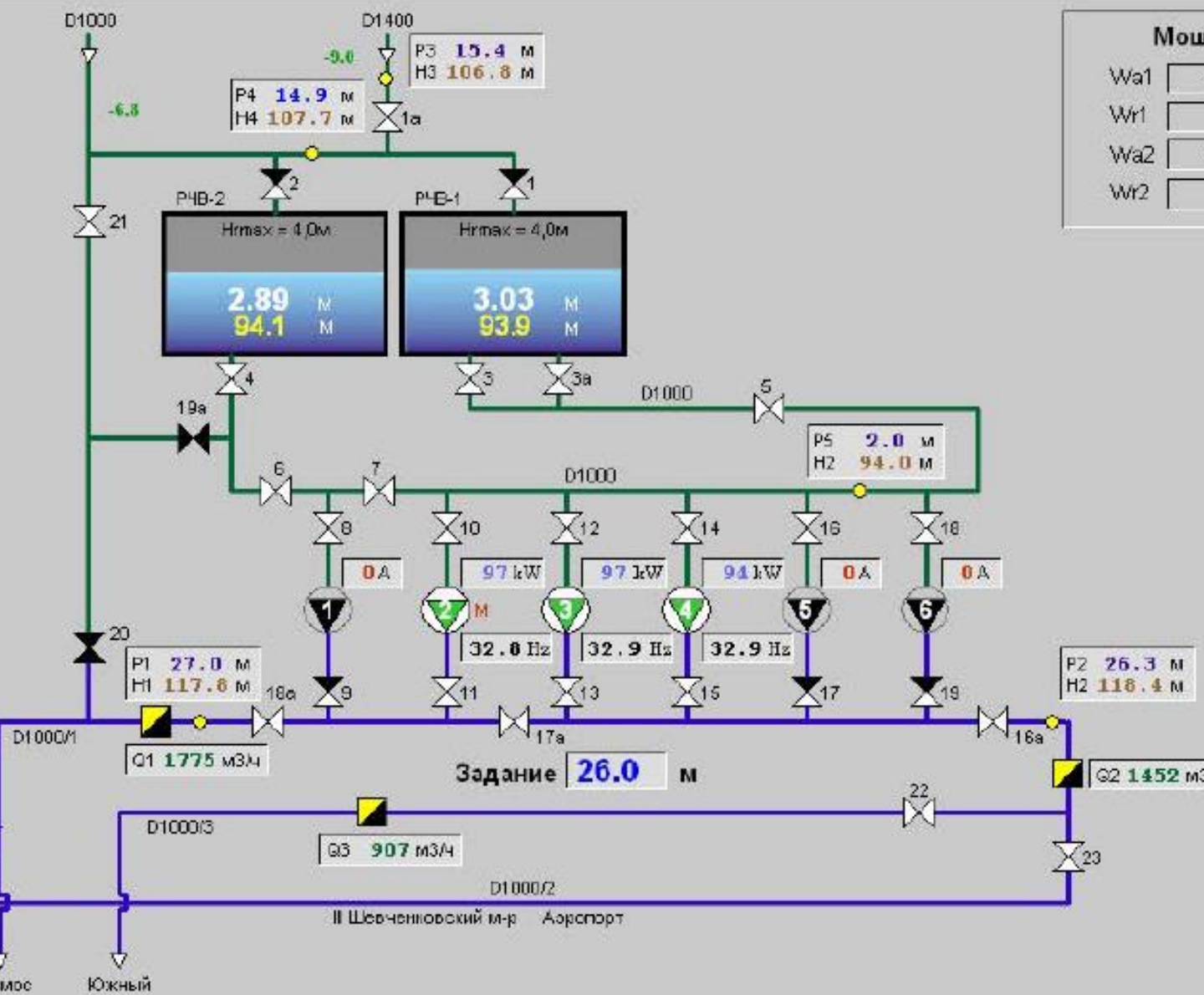




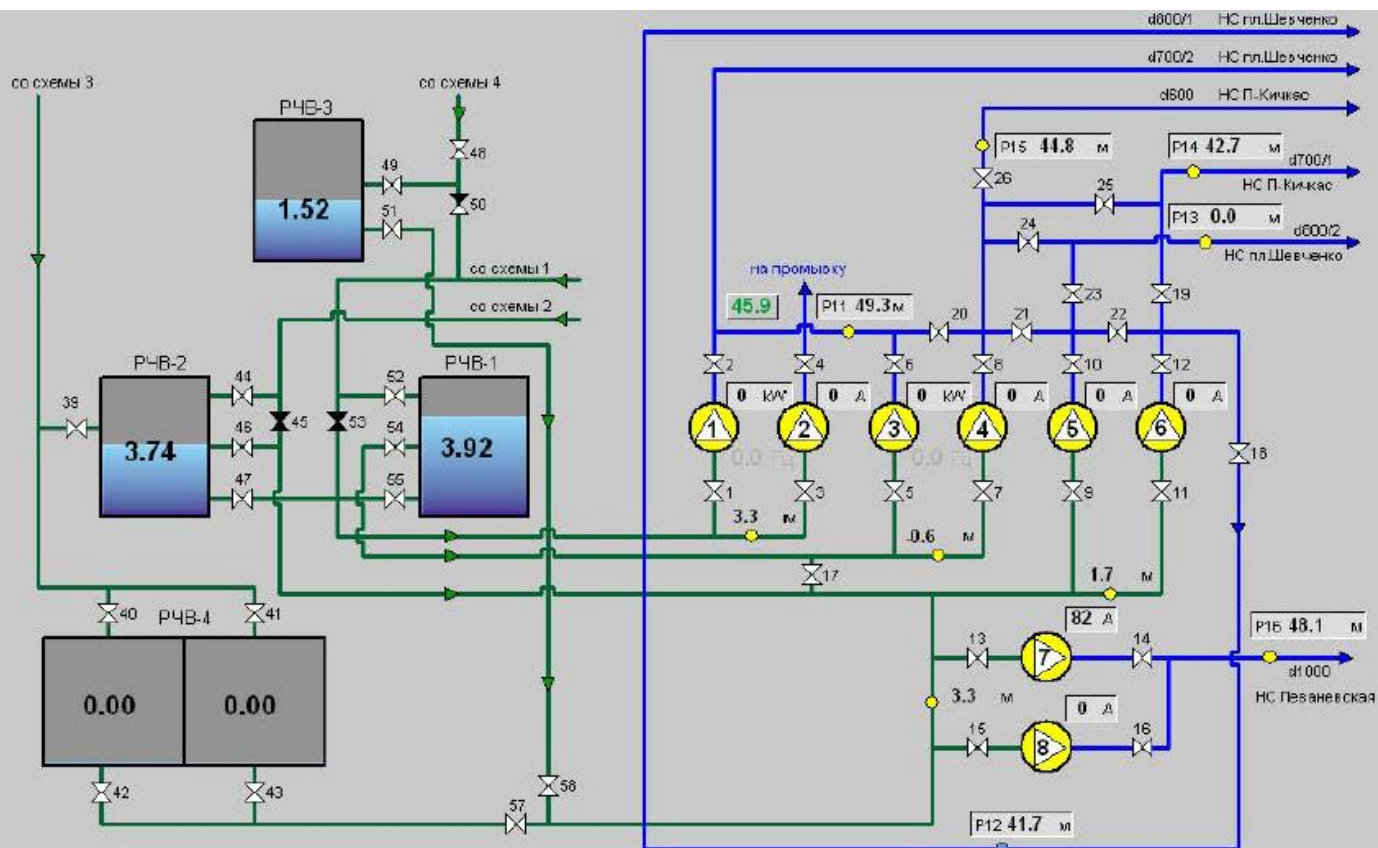
Хортицька НС



Насосна станція (мкр-н Ш.)



Леваневська насосна станція



ДВС-1

$$N_2 = N_1 * \frac{H_2}{H_1} ,$$

де N_1 – споживана потужність до дроселювання.

H_1, H_2 – напір до дроселювання і після нього відповідно.

$$N_2 = N_1 * \left(\frac{Q_2 * H_2}{Q_1 * H_1} \right) ,$$

де Q_1, Q_2 – подача до дроселювання і після нього відповідно.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2} ; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 ; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3 ;$$

$$K_{\text{в.к.}} = \frac{P * K_{\text{у.л.}}}{\sigma} + \Delta P_{\text{у.л.}} ,$$

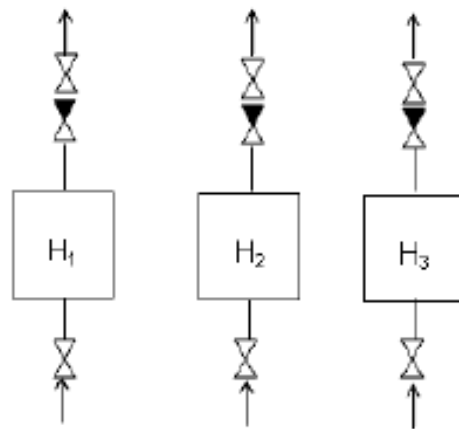
$$\Delta P_{\text{нi}} = \frac{P_i * (1 - \eta_{\text{нi}})}{\eta_{\text{нi}}} ,$$

сть і-го двигуна.

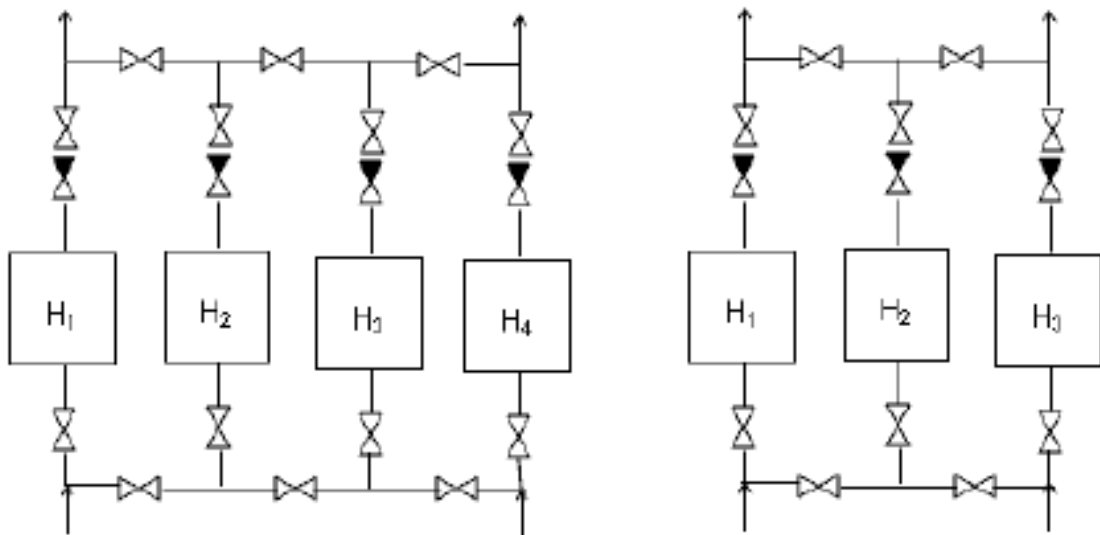
$$N_{\text{нiр}} = P_{\text{нi}} * \operatorname{tg} \varphi_{\text{нi}} / \eta_{\text{нi}}$$

$$\Delta P'_{\text{нi}} = \Delta P_{\text{нi}} - K_{\text{зк}} * N_{\text{нiр}} .$$

$$\Pi_i = p * K_i + \Delta P_{\text{нi}} * \sigma ,$$



Загальне структурне резервування

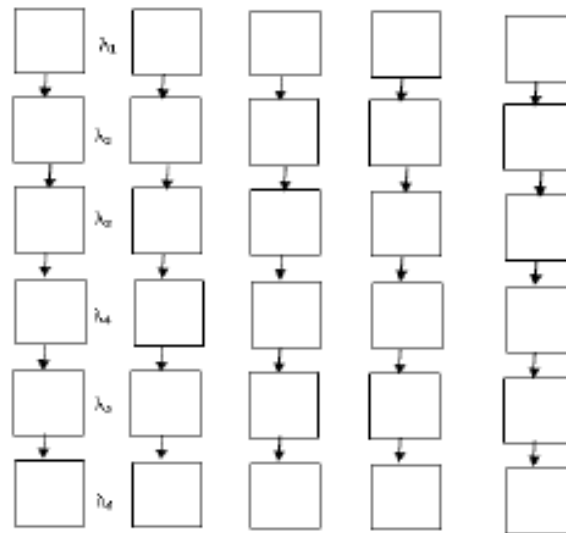
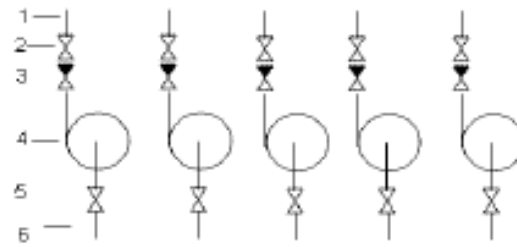


Роздільне структурне резервування

$$q_a = \alpha_{av} * q_p$$

$$P = (1+4\lambda t) e^{-4\lambda t},$$

де $\lambda = \lambda_i = 2,9 \cdot 10^{-4}$.



Розрахункова схема насосної станції

Практичне заняття

Тема занять: Визначення витрат і втрат води при проведенні експлуатаційних робіт на водопровідній мережі

До початку занять необхідно
засвоїти наступний матеріал:

1. Об'єм води $W_{\text{сп}}$, м^3 , що
витрачається при спорожненні заданих
ділянок трубопроводів складає:

$$W_{\text{сп}} = 0,785 \sum_1 D_i \cdot L_i ,$$

де n – кількість ділянок трубопроводу;

D_i - діаметр i -ої ділянки трубопроводу, м;

L_i – довжина i -ої ділянки трубопроводу, м.

2. Секундні витрати води Q_i , $\text{м}^3/\text{сек}$, на
промивання i -ої ділянки мережі залежать від
способу промивання, діаметру труб, D_i і
швидкості руху води, V_i .

Способи промивання:

- гідравлічний – $V = 1-1,5$ м/сек;
- гідропневматичний - $V = 1,5 - 3$ м/сек;
- гідромеханічний - $V = 1,5 - 3$ м/сек.

$$Q_i = 0,785 \cdot D_i \cdot V_i$$

де D_i – діаметр i -ої ділянки трубопровода, м;

V_i - швидкість руху води, м/сек.

3. Об'єм води $W_{\text{пр}}$, $\text{м}^3/\text{год}$, витрачений на профілактичне промивання ділянок складе:

$$W_{\text{пр}} = 2800 \sum_1^n D_i^2 * V_i * T_{\text{пр}},$$

$T_{\text{пр}}$ – тривалість промивання, год (не менше 4 год).

4. Об'єм води $W_{\text{дез}}$, м^3 , на дезінфекцію i -ої ділянки трубопровода довжиною L_i , м, складається із об'ємів води на заповнення і промивання трубопроводу.

$$W_{\text{дез}} = 0,785 * D_i^2 * L_i * (K_1 + K_2),$$

де D_i - діаметр i -ої ділянки трубопровода, м;

L_i – довжина i -ої ділянки трубопровода, м;

K_1 і K_2 – коефіцієнти, що враховують необхідне збільшення об'єму води на дезінфекцію і промивання для досягнення концентрації хлорної води $0,3 \text{ г/м}^3$ в найбільш віддалених точках.

5. Втрати води із водопровідної мережі.

Витоки води із i -го отвору в трубах або арматурі складають:

$$Q_i = 3600 j * S^2 * g * H_i, \text{ м}^3/\text{год};$$

де $j = 0,6$;

S – площа живого перетину i -го отвору в м^2 ;

$g = 9,81 \text{ м/сек}^2$;

H_i – напір в мережі, м;

Об'єм води $W_{\text{ВИТ}}$, що витекла за час
 $T_{\text{іВИТ}}$ із отвору:

$$W_{\text{ВИТ}} = 9600 * T_{\text{ВИТ}} * S * H_i , \text{ м}^3 ;$$

При пошкодженні стінок трубопроводу, зовнішніх стикових з'єднань, запірної арматури, зворотних клапанів, фланцевих з'єднань приймають:

$$S = 2 * 10^{-4} \text{ м}^2 ; T_{\text{іВИТ}} = 24 \text{ год.}$$

Тоді:

$$W_{\text{ВИТ } i} = 46 * S * H_i$$

При тріщинах в трубопроводі приймають:

$$S = 0,04 * D^2 ; T_{\text{ВИТ}} = 24 \text{ год};$$

Тоді:

$$W_{\text{ВИТ}} = 9200 D^2 * H_i$$

При ушкодженнях і розривах труб:

$$S = 0,59 * D^2 \text{ м}^2 ; T_i = 3 \text{ год};$$

Тоді:

$$W_{\text{ВИТ } i} = 17000 * D_i * B_i$$

де B_i – глибина закладання трубопроводу, м.

Завдання 3.1.

Визначити витрати води:

- при скиданні води перед ремонтом трубопроводу;
- при прочищенні трубопроводу;
- при дезінфекції трубопроводу.

Завдання 3.2.

Визначити втрати води при аваріях на трубопроводі.

Варіанти завдань визначаються по таблиці 2 згідно з порядковим номером в журналі академгрупи.

Таблиця 2 – Варіанти завдань

* - умовні позначки: отв – отвір в трубопроводі; тріщ – тріщина в трубопроводі; розр – розрив трубопроводу.

Вар.	Параметри									
	V м/сек к	D м	L м	T _{пр} год	K ₁	K ₂	S мм ²	B м	T _{вит} год	Хар. пошк .*
1	2	0,6	800	6	0,7	0,7	56	4	24	Отв
2	1,8	0,3	600	8	0,7	0,7	84	6	24	Тріщ
3	1,5	0,8	1000	5	1	1	150	8	3	Розр
4	2,3	0,3	500	4	0,6	0,6	48	8	24	Отв
5	1,6	0,7	700	6	0,7	0,7	90	12	3	Розр
6	1,2	1	250	7	1	1	75	6	24	Тріщ
7	2,5	0,3	1000	5	1	1	32	7	24	Отв
8	2	1,2	300	7	1	1	70	6	24	Отв
9	1,5	0,6	500	6	1,1	1,1	120	4	3	Розр
10	2,5	0,8	700	8	0,6	0,6	80	8	24	Тріщ
11	1,3	1	850	4	0,9	0,9	36	10	24	Отв
12	2,5	0,3	650	6	1	1	200	12	3	Розр
13	2,7	0,6	750	7	0,6	0,6	50	6	24	Тріщ
14	1,8	0,8	450	6	0,7	0,7	37	8	24	Отв
15	2	1,2	500	6	0,8	0,8	80	4	3	Розр

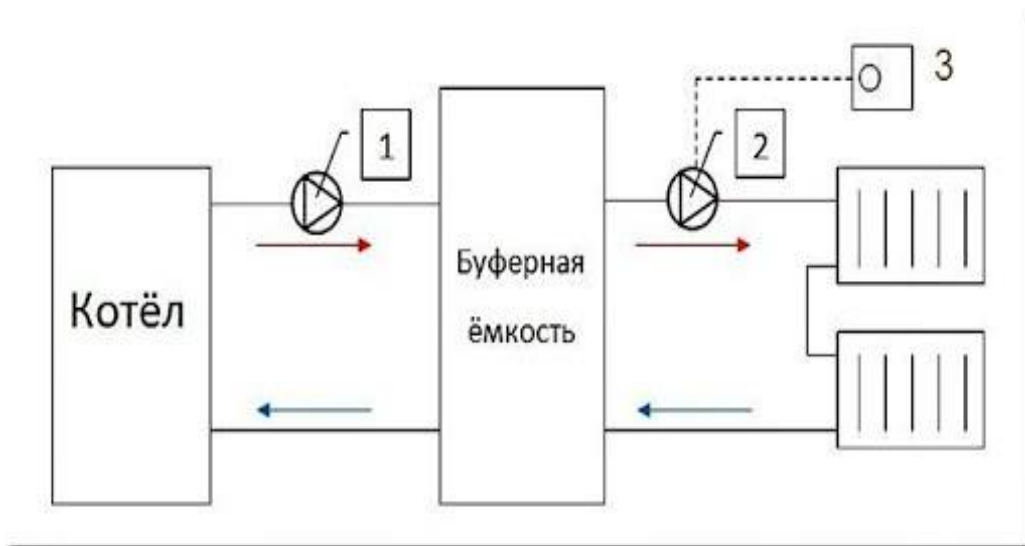


Рис. – Система с аккумулятором тепла

Установки для нагрівання води

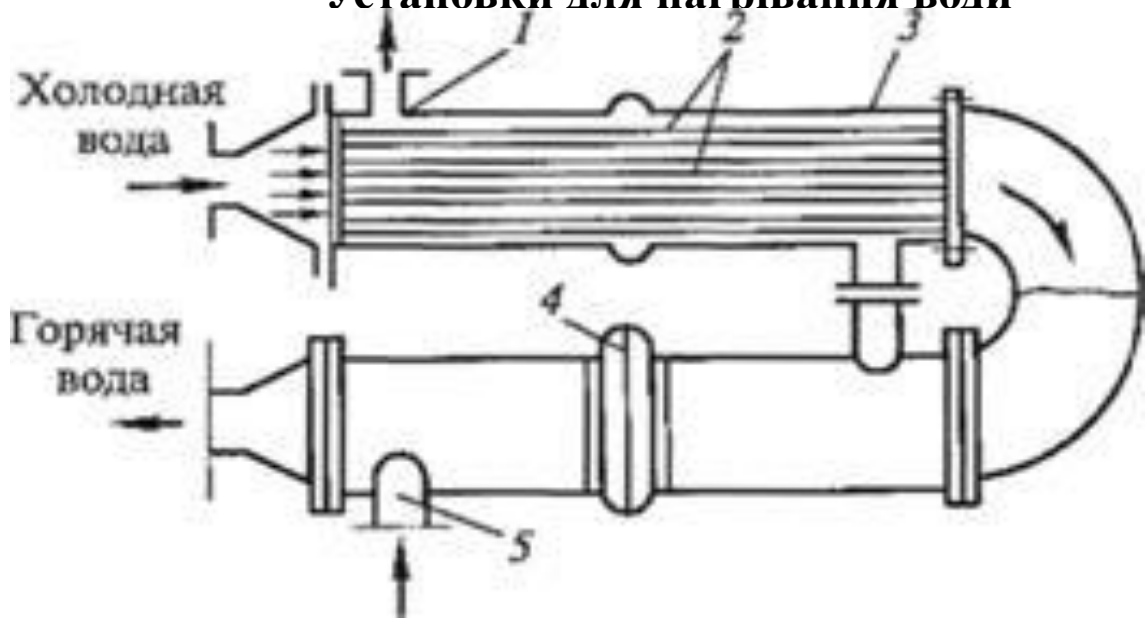


Схема швидкісного проточного водонагрівача:
1,5 - відповідно відвідний і подає штуцера; **2** - трубки нагрівається; **3** - корпус; **4** - лінзовий компенсатор



Рис. – Водогрійна колонка



Рис. – Газовий проточний водонагрівач

ВПГ-20, ВПГ-23 і ВПГ-29 з тепловою потужністю відповідно 20,8; 23,2 і 29 кВт та витратою природного газу – 2,1; 2,3 і 2,9 м³/год.

BAYARD 10, BAYARD 13 і BAYARD 16 з тепловою потужністю відповідно 17,4; 22,7; і 27,9 кВт, номінальною витратою природного газу 2,14; 2,79 і 3,43 м³/год, мінімальний тиск води, необхідний для роботи приладу 0,6 бар, к.к.д. 86%

NECTRA, CELTIC (Франція). У приладі влаштовано насос (UP 15/50, GRUNDFOS), який забезпечує циркуляцію теплоносія в системі. Номінальна теплова потужність приладів NECTRA 2.23 CF і NECTRA 2.28 CF відповідно становить 23 і 26,0 кВт, номінальна витрата газу – 2,78 і 3,1 м³/год, витрата гарячої води для водопостачання – 11 і 12,5 л/хв, максимальний тиск у водопроводі – 10 бар. Діапазон температури води в гарячому водопроводі становить 40–60°C. Розміри приладів (висота, ширина, глибина), мм: 850×440×380.

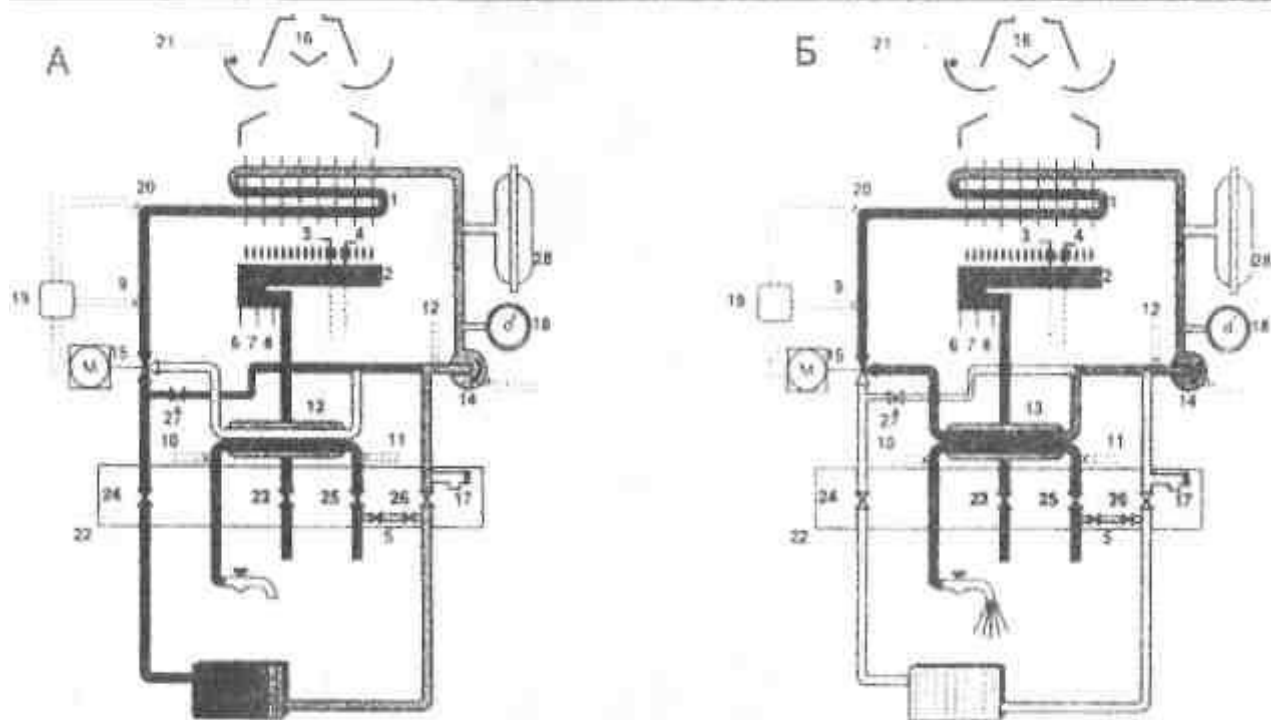


Рис. Принципова схема роботи приладу NECTRA:

А - режим опалення; Б - режим гарячого водопостачання; 1 - теплообмінник; 2 - газовий пальник; 3 - електричне розпалювання; 4 - іонізаційний детектор полум'я; 5 - пристрій підживлювання; 6,7 - регулюючі електроклапани; 8 – запобіжний електроклапан; 9 - термістор системи опалення; 10 - термістор гарячого водопостачання; 11 - датчик потоку гарячої води; 12 - датчик потоку в системі опалення; 13 - теплообмінник гарячого водопостачання; 14 - насос UP 15/50; 15 - триходовий клапан; 16- переривач тяги; 17 - запобіжний клапан; 18-манометр; 19 - блок керування; 20 - датчик перегріву; 21 - датчик тяги; 22 - панель запірної арматури; 23 - кран газовий; 24,25,26 - водяні крани; 27 - байпас; 28 – компенсатор об'єм

настінні газові котли THERMONA (рис. 1.23): THERM-12, THERM-23 тощо, з номінальною потужністю відповідно 12 і 23 кВт, максимальною витратою газу 2,3 і 3,5 м³/год, максимальна температура гарячої води 85°С, витрата гарячої води 8,2 і 12,3 л/хв, розміри, мм: 830×500×280

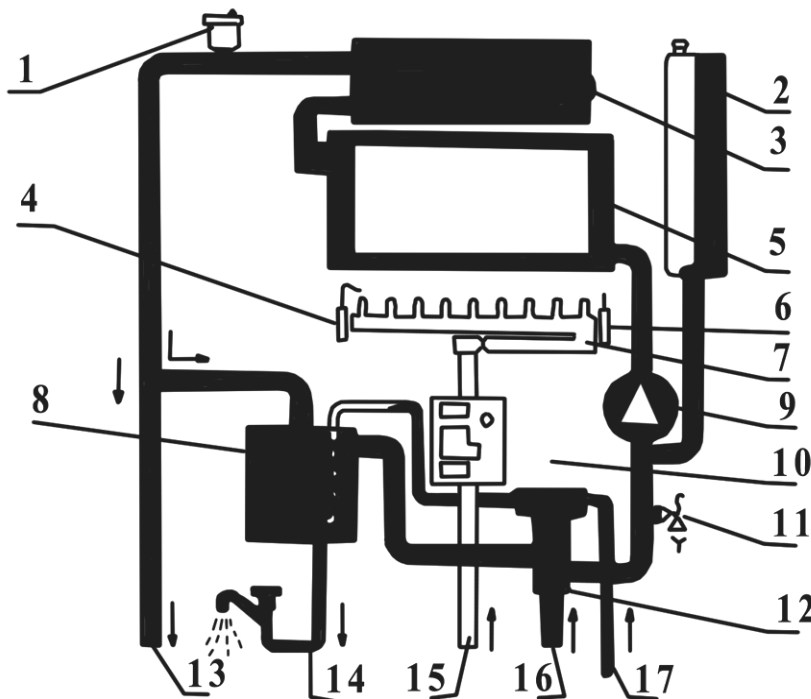
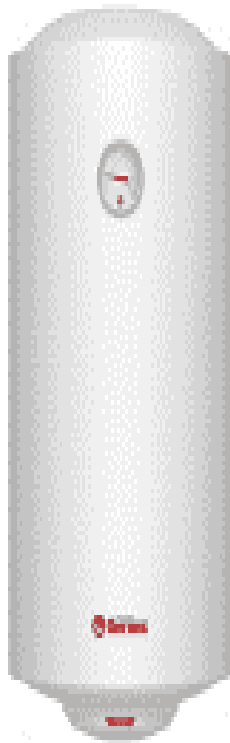


Рисунок – Принципова схема роботи настінного газового котла
THERM:

1 – продувний клапан; 2 – розширювальний бак; 3 – теплообмінник;
4 – електрод запалювання; 5 – камера згоряння; 6 – іонізаційний електрод; 7 – головний пальник; 8 – теплообмінник гарячої води; 9 – циркуляційний насос; 10 – газовий клапан; 11 – запобіжний клапан; 12 – триходовий вентиль; 13 – вихід теплопроводу; 14 – вихід гарячої води в систему гарячого водопроводу; 15 – ввід газопроводу; 16 – вхід зворотного теплопроводу; 17 – ввід від холодного водопроводу



THERMEX складається з двох сталевих баків: внутрішнього і зовнішнього з теплоізоляційним прошарком із пінополіуретану, завдяки чому протягом 12 годин випробовувань зниження температури становило всього 5°C. Потужність тенів становить 1,2–2,4 кВт за напруги 220 В. Температура води задається в інтервалі від 26 до 78°C. В моделях різних об'ємів забезпечується різна інтенсивність надходження гарячої води: водонагрівачі місткістю 10, 15 і 30 л забезпечують безперебійну подачу гарячої води на кухонні погребі; 80 і 100 л – подачу гарячої води у ванну і на кухню; 150 і 200 л – подачу гарячої води тим споживачам без обмежень у водовикористанні.

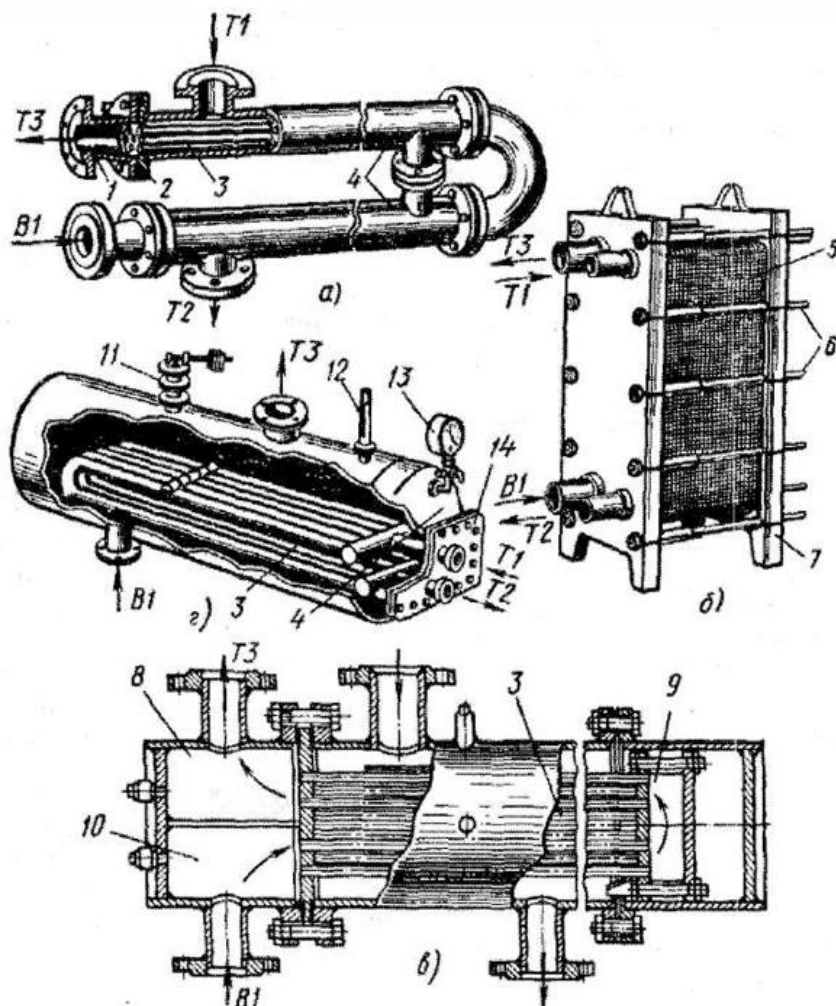


Рисунок – Конструкції водонагрівачів:

а – швидкісного водоводяного секційного; *б* – швидкісного пластинчатого;

в – швидкісного пароводяного; *г* – ємнісного; 1 – вхідний патрубок; 2 – трубні решітки; 3 – трубки; 4 – корпус; 5 – пакет; 6 – болти; 7 – пластини;

8–10 – камери; 11 – клапан; 12 – термометр; 13 – манометр; 14 – кришка

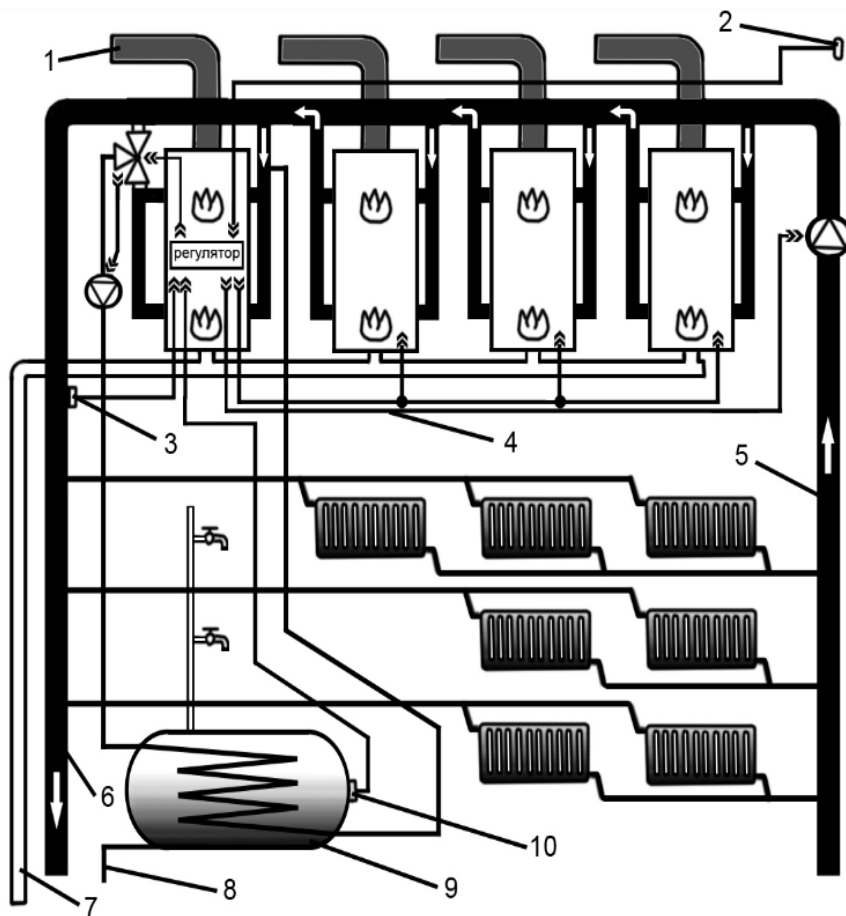


Рисунок – Схема підключення дахової котельні PROTHERM до існуючої системи опалення будинку:

- 1 – відведення продуктів згоряння; 2 – датчик зовнішньої температури;
- 3 – датчик температури води для системи опалення; 4 – керування роботою котлів; 5 – зворотний теплопровід опалення; 6 – подавальний трубопровід опалення; 7 – подача газу; 8 – подача води на гаряче водопостачання; 9 – водонагрівач у системі гарячого водопроводу; 10 – датчик температури води у водонагрівачі



Рисунок – Водорозбірний кран
вентильного типу



Рисунок - Змішувач з однією
рукояткою



Рисунок - Змішувач
термостатичний