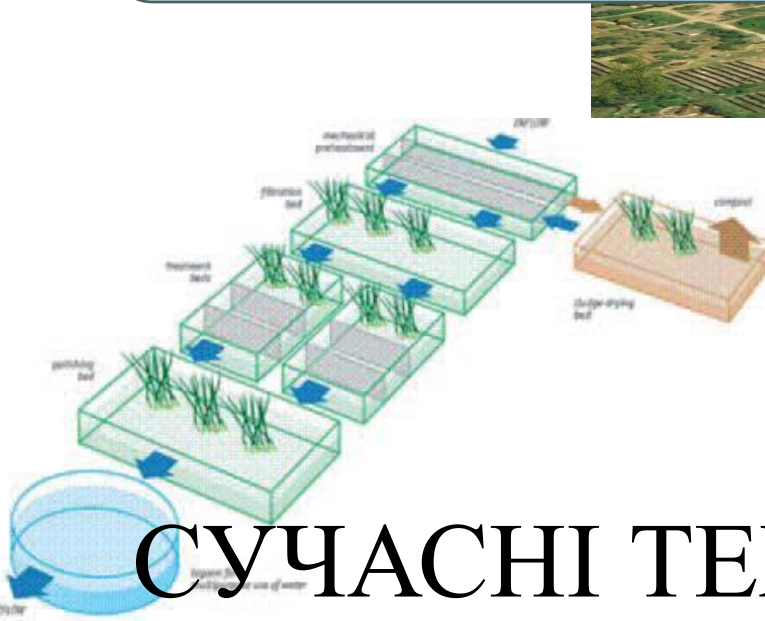
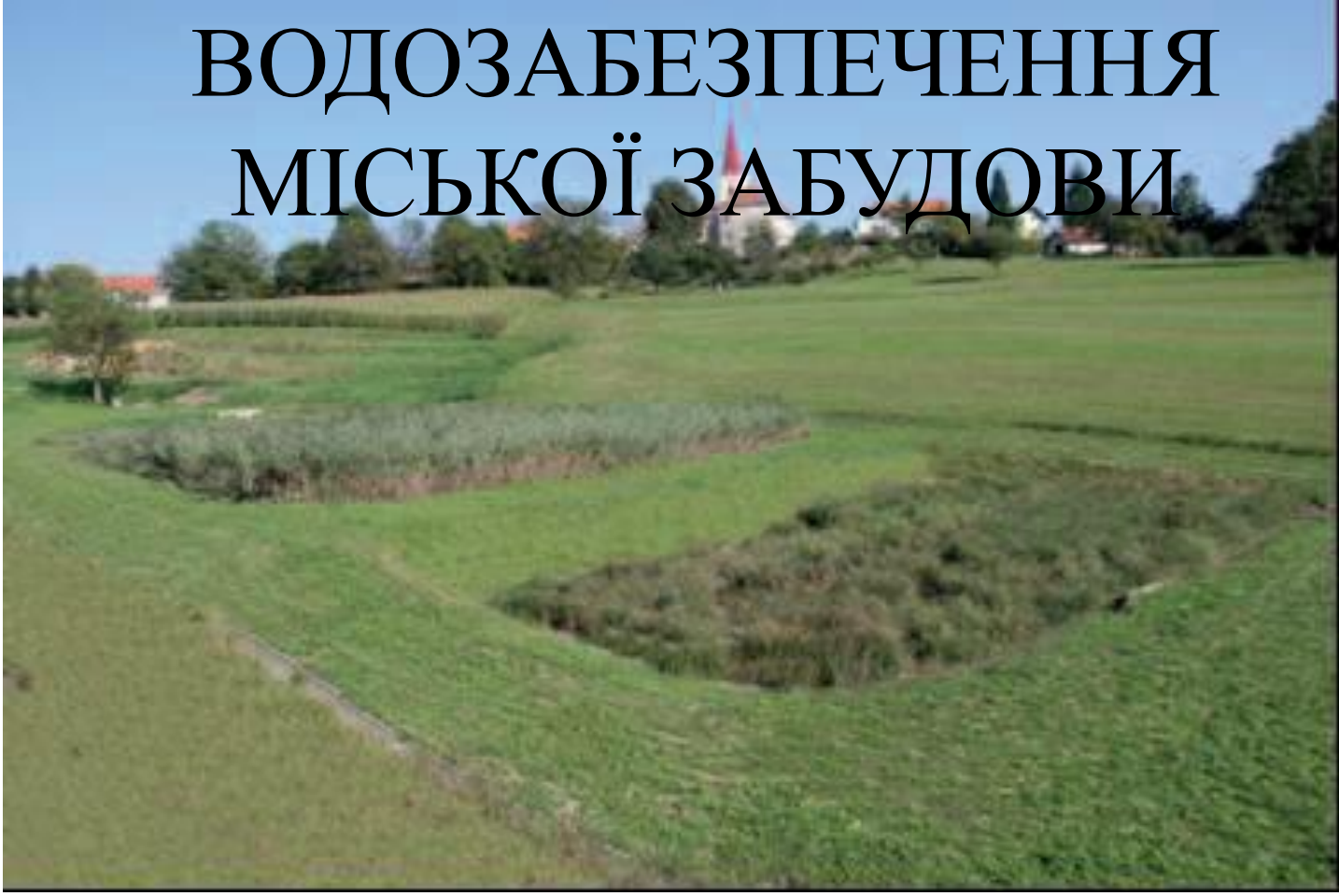


Добровольська О.Г.

Лекції-22 години;
практичні заняття-10 годин;
самостійна робота-88 годин,
загальна кількість-120 годин



СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ



•Тема 1. Система водопостачання як комплекс взаємозалежних будівельних об'єктів

- 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.

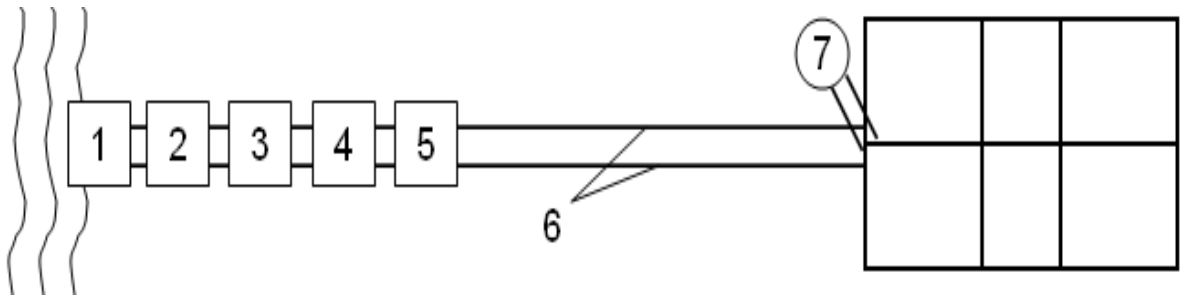


Рисунок 1 – Схема системи водопостачання для господарсько-питних потреб міста

1 – водозабірні споруди;

2 – насосна станція I підйому;

3 – очисні споруди;

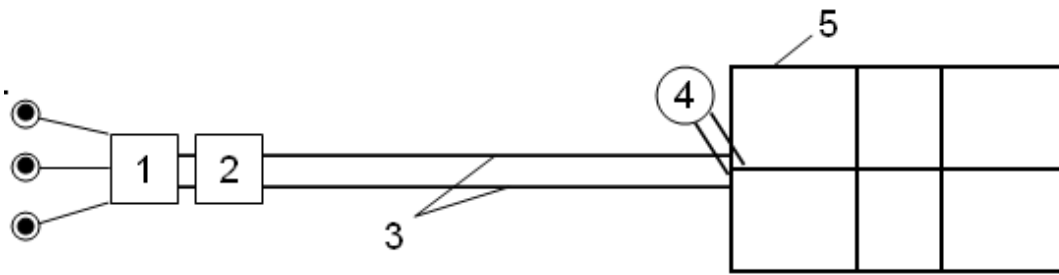
4 – резервуари чистої води;

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;

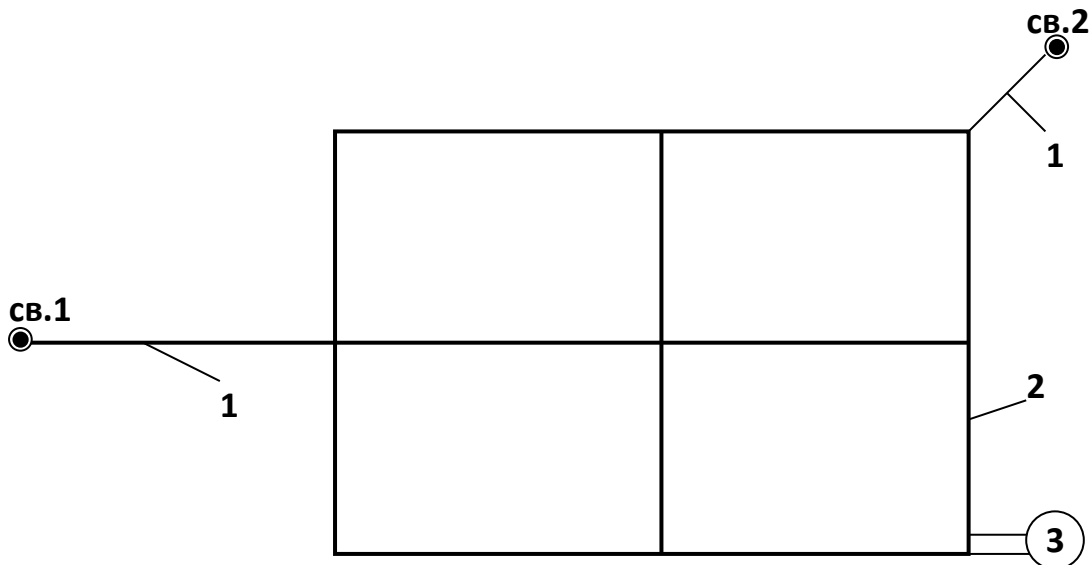
3 – водогони;

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**

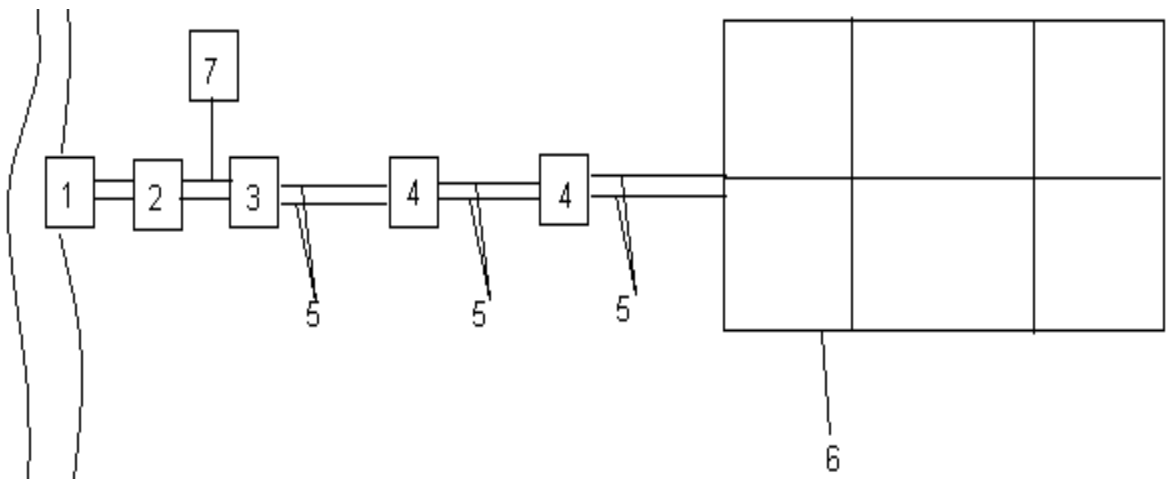


Рисунок 4 – Схема системи водопостачання з гірського джерела

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

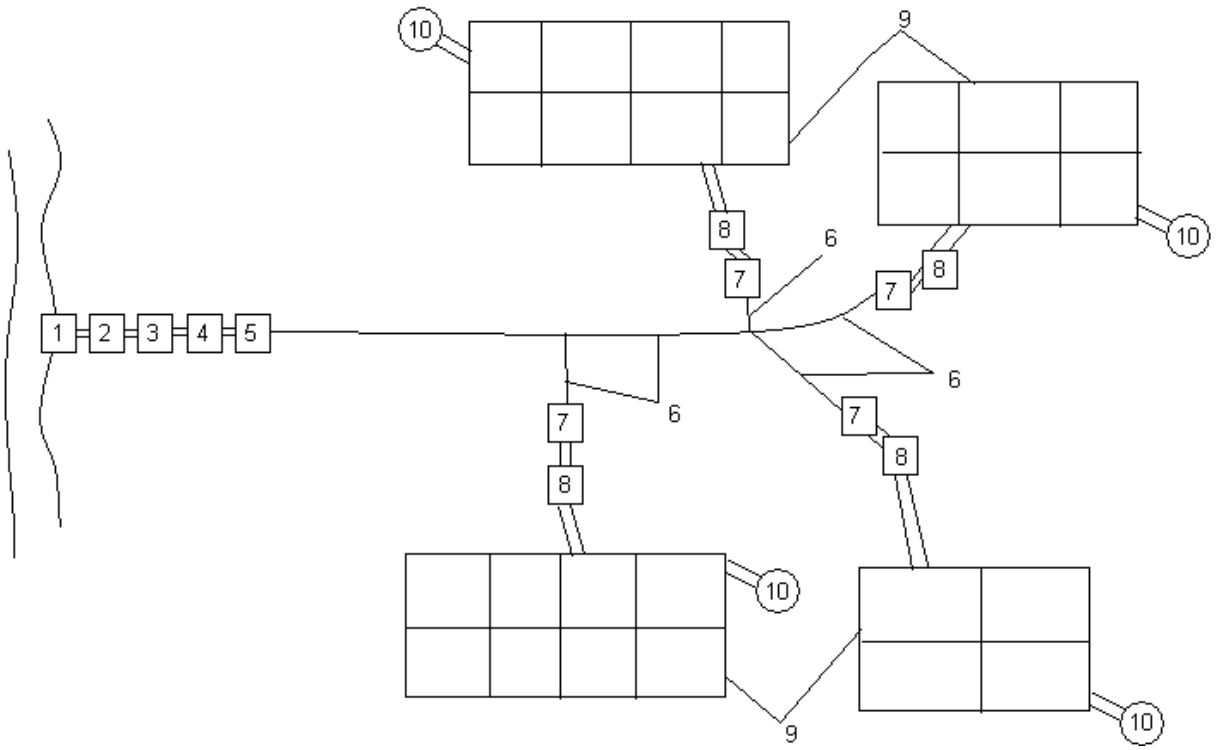
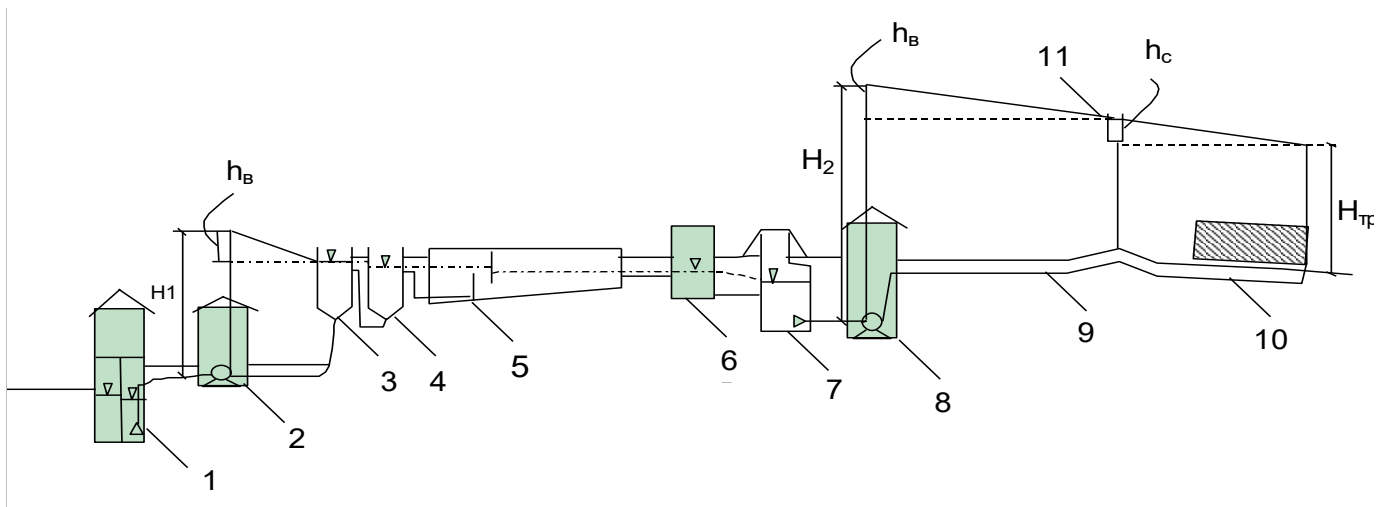


Рисунок 5 – Схема районної (групової) системи водопостачання

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1 – водозабір; | 6 – водоводи; |
| 2 – насосна станція I підйому; | 7 – запасні РЧВ; |
| 3 - очисні споруди; | 8 – насосні станції III підйому; |
| 4 – резервуари чистої води; | 9 – водогінні мережі окремих населених місць; |
| 5 – насосна станція II підйому; | 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:

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

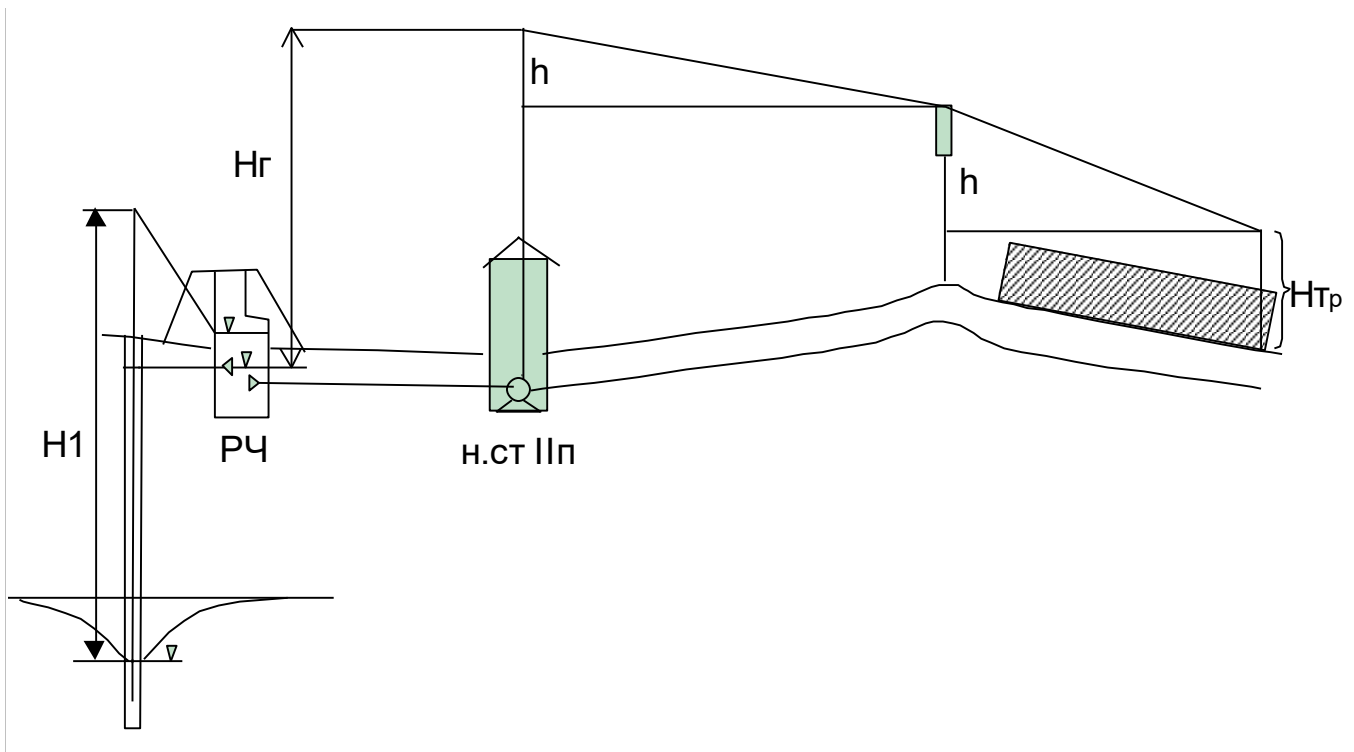


Рисунок 7 – П'єзометричні лінії в системі з забором води зі свердловинами при наявності резервуарів чистої води

3. Напір насосів у свердловині дорівнює

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

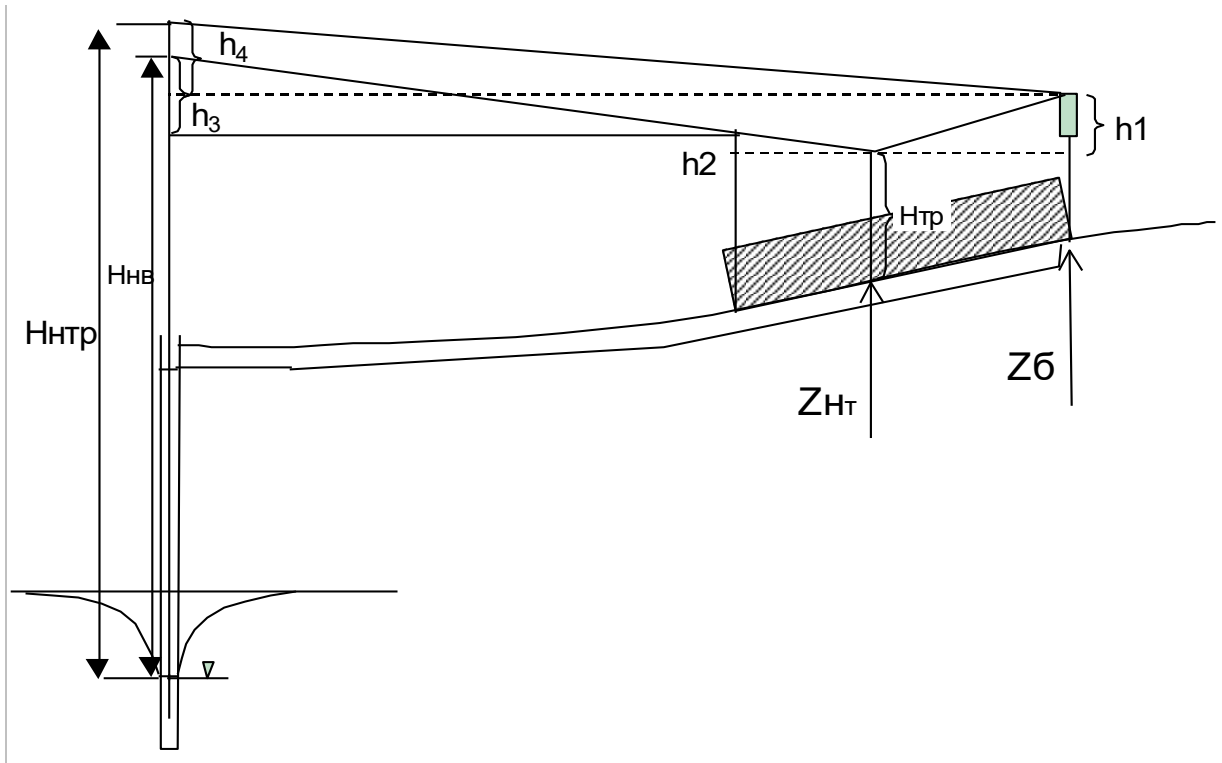


Рисунок 8 – П'єзометричні лінії в системі з подачею води зі свердловини безпосередньо в мережу

Напір насосів при максимальному водорозборі буде

$$H_{м.в.} = H_{II} + h_2 + h_3 + Z_{Н.Т.} - Z_{д.р.} + \sum h_{нас} + \sum h_n$$

Напір насосів при максимальному транзиті дорівнює

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

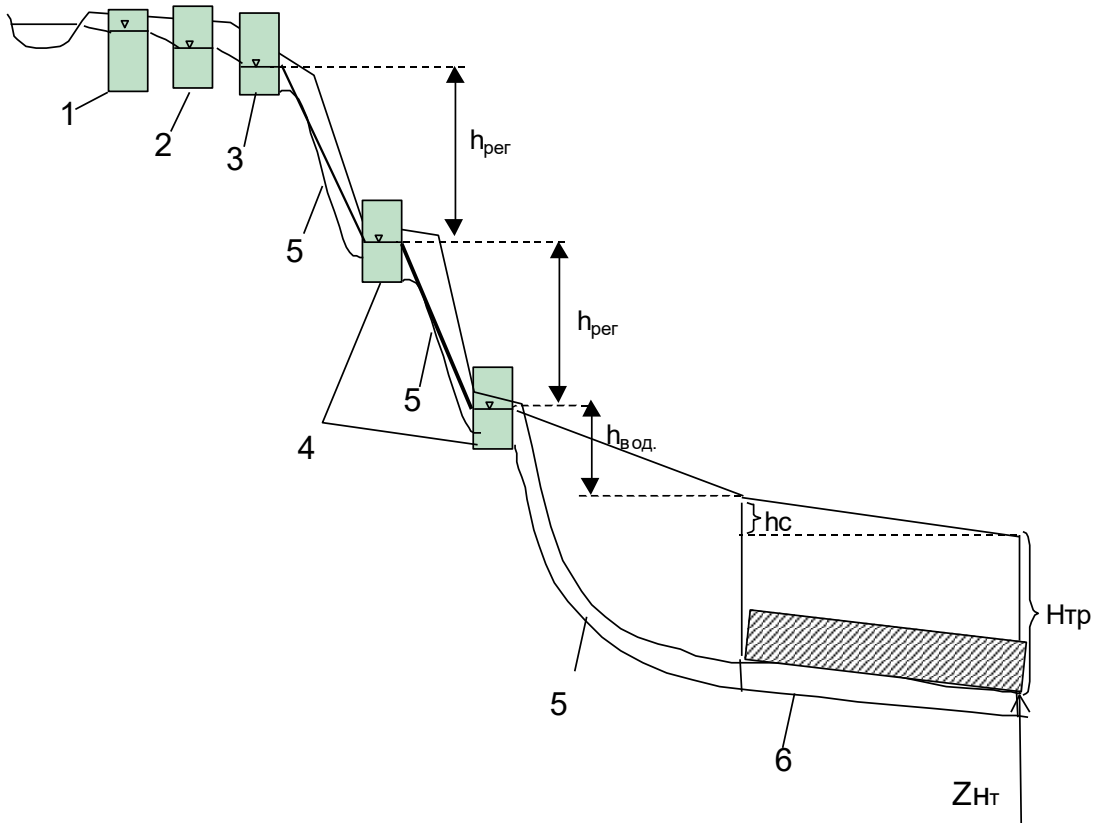
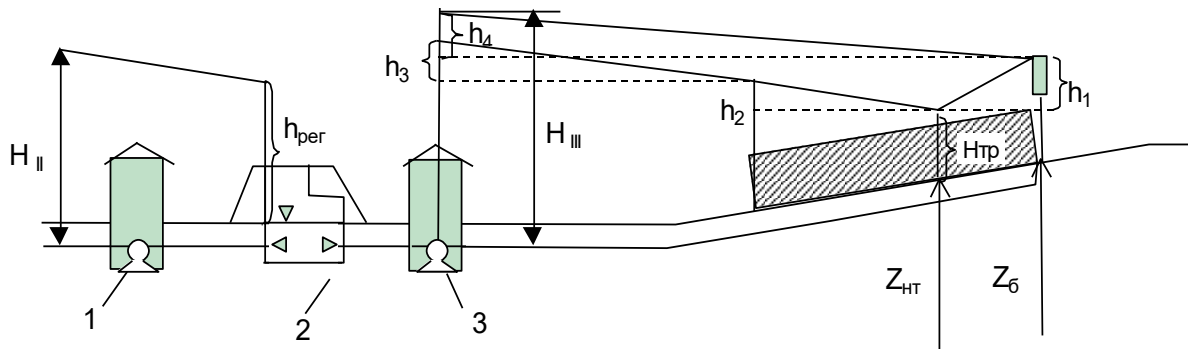


Рисунок 9 – П'єзометричні лінії в системі водопостачання з гірського джерела

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 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

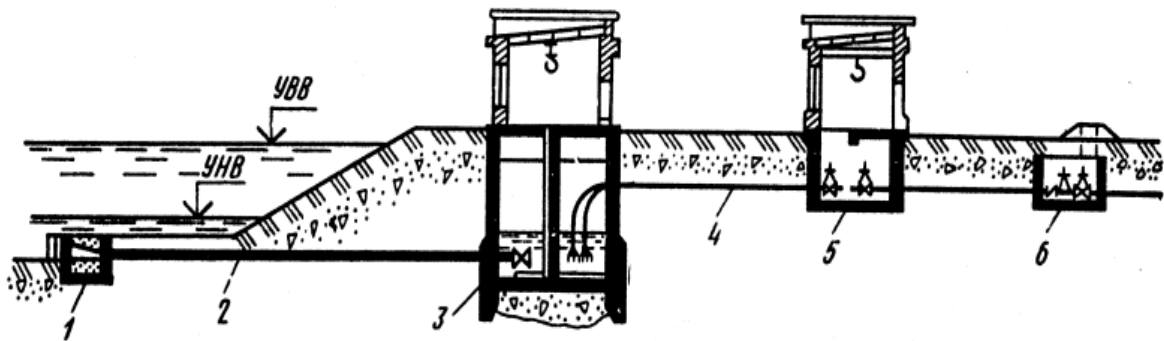
- 1 – насосна станція II підйому;
- 2 – запасний резервуар чистої води у населеного пункту;
- 3 – насосна станція III підйому

Напір насосної станції II підйому визначається за формулою

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

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.



План

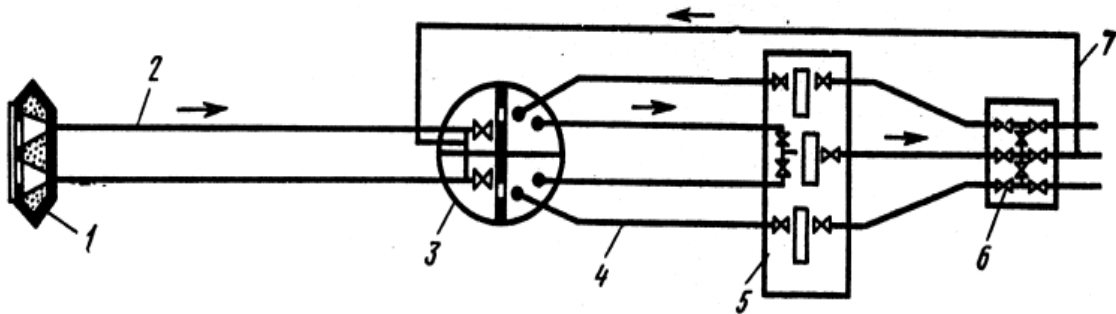


Рисунок 4.1 – Схема руслового водозабору з роз'єднаною компоновкою

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;

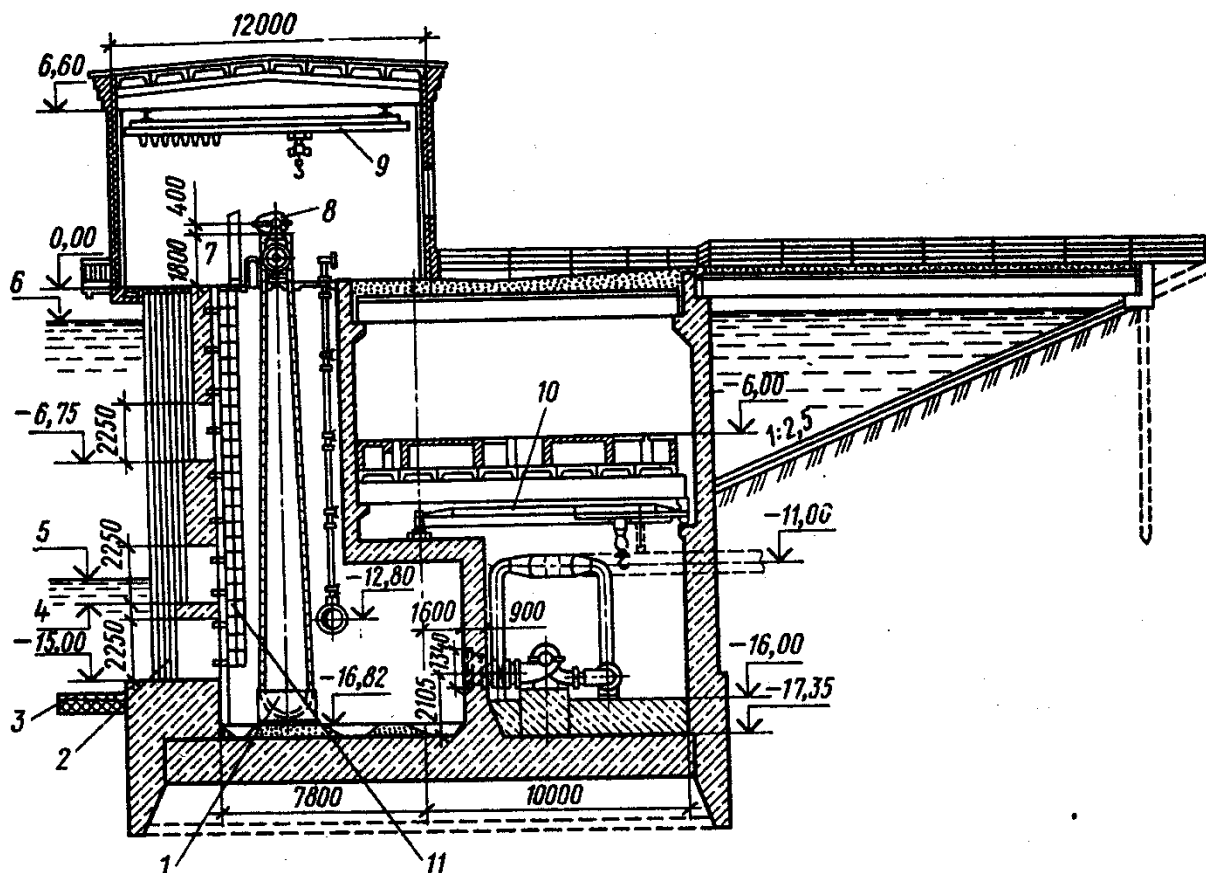
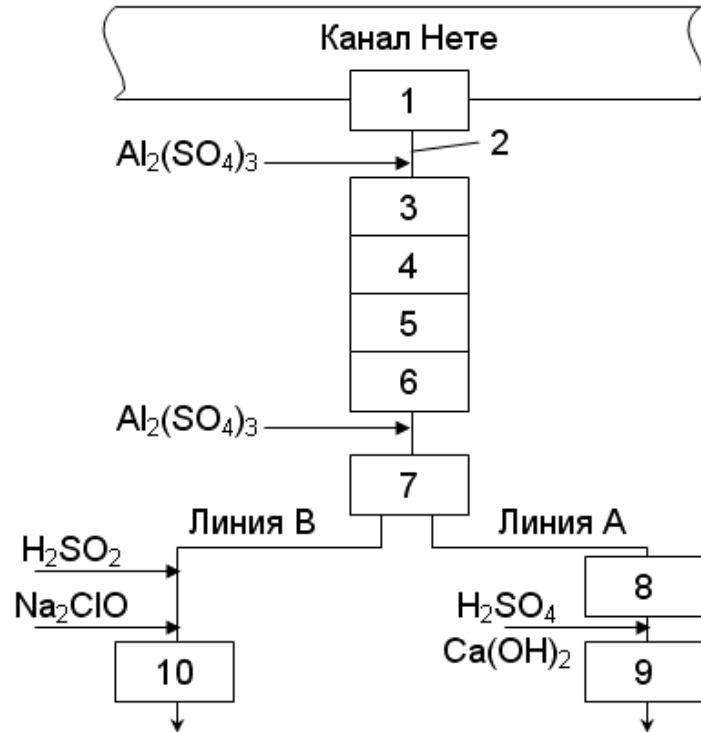


Рисунок 4.2 – Схема берегового колодязя з роз'єднаною компановкою:

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;



1 – водоприймач; 2 – лоток
Вентурі; 3-7 – водоймища
відстійники;

8 – три відстійних басейни;
9, 10 – насосні станції I підйому.

**Рисунок 4.3 – Схема
водозабору м. Антверпена**

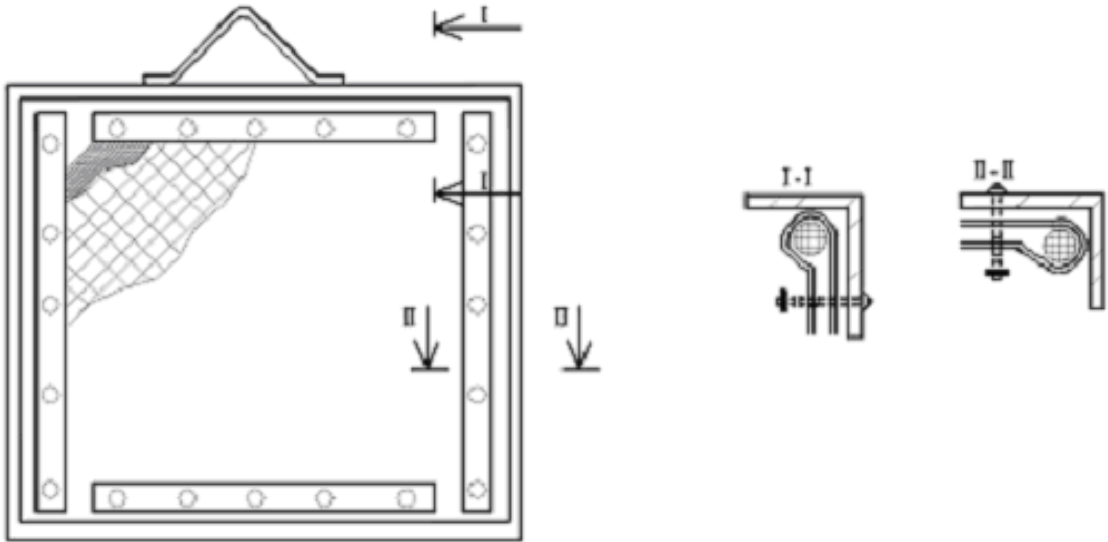


Рисунок – Плоска сітка

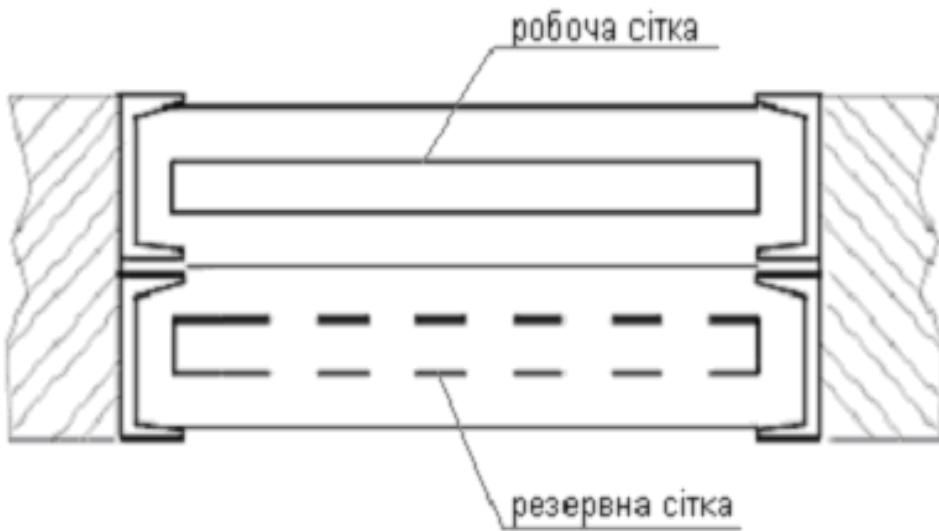
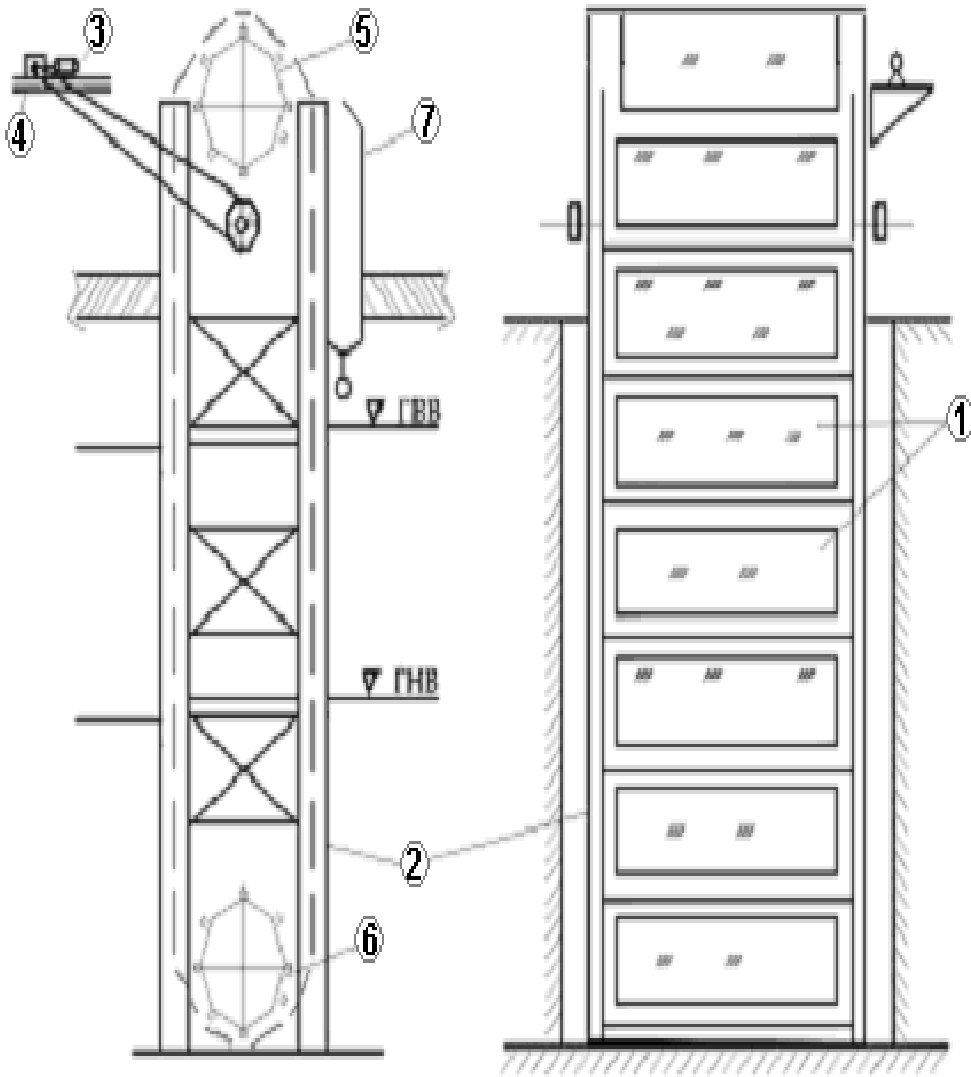
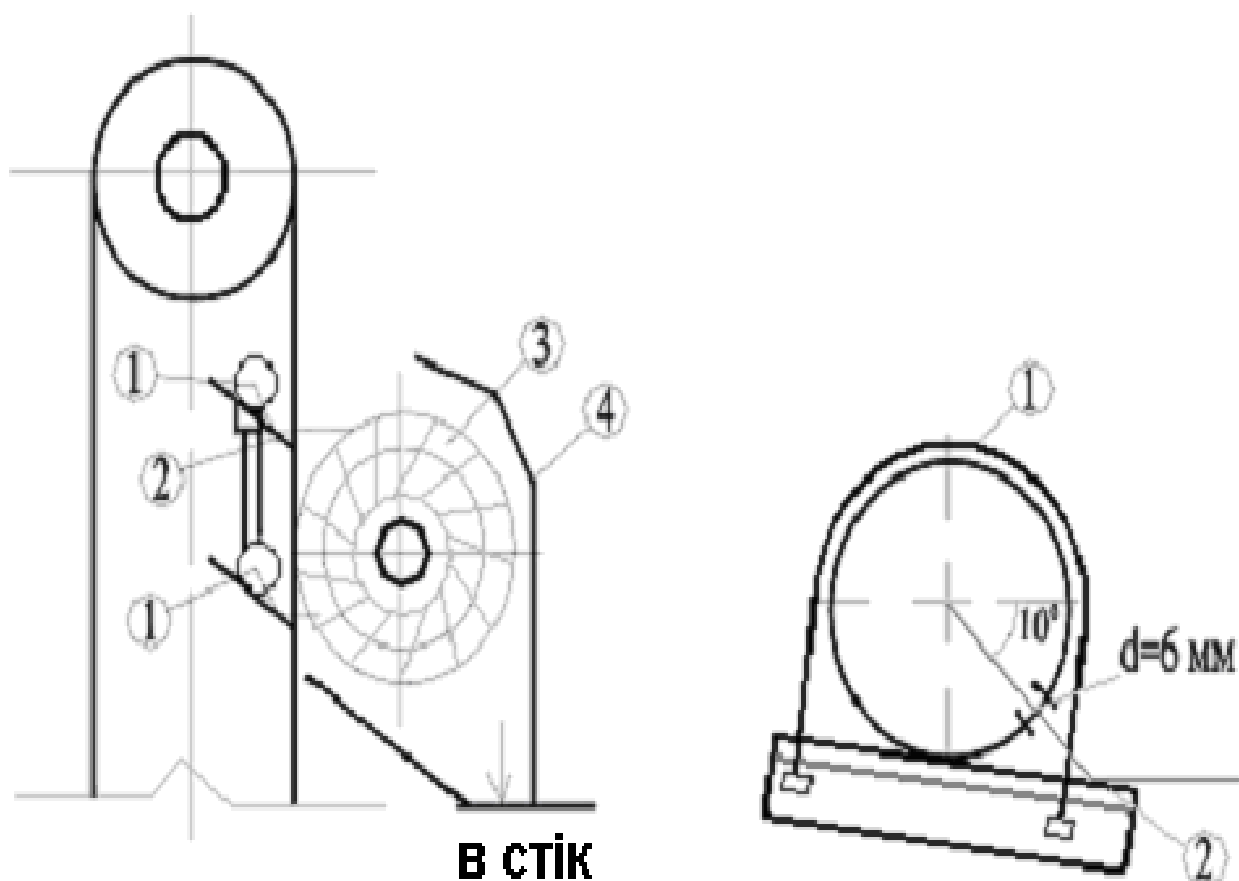


Рисунок – Установка сіток в направляючі



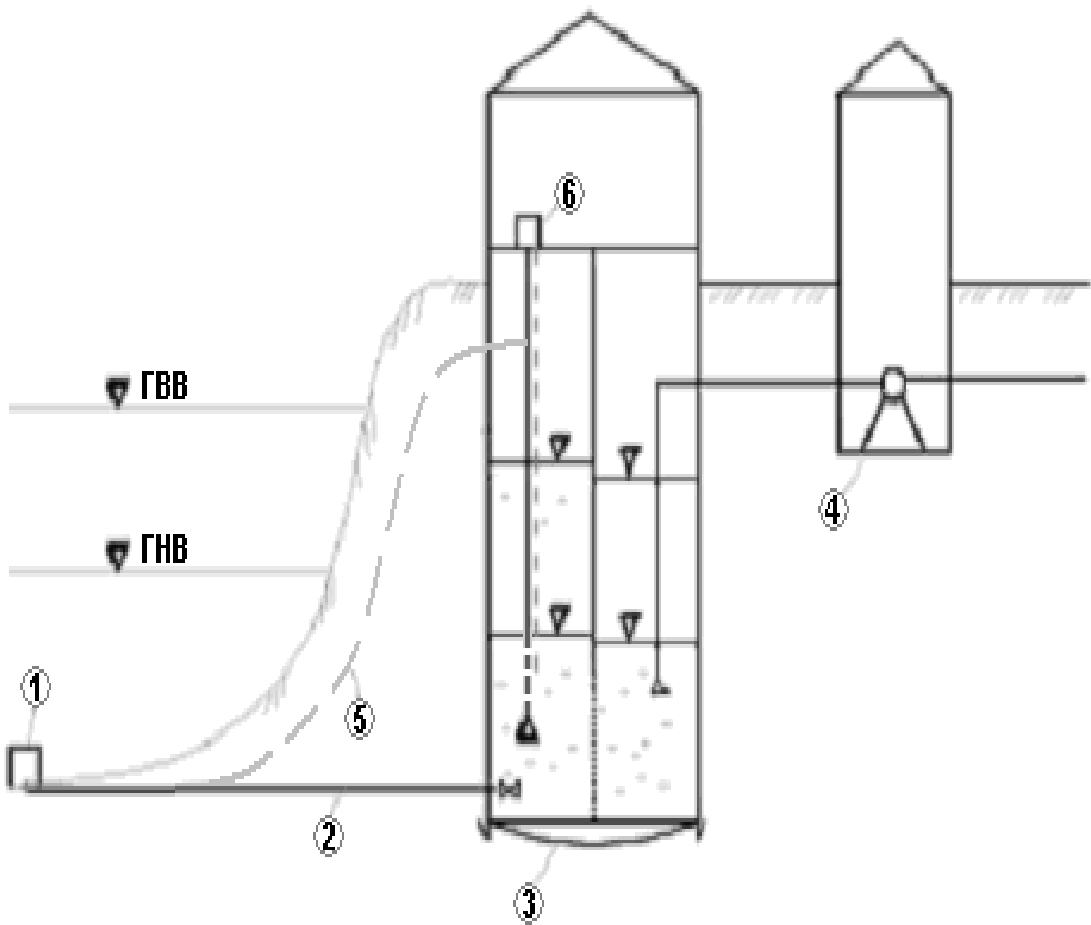
1 – секції сіток на роликівому ланцюгові; 2 – каркас з направляючими для роликівого лагцюга; 3 – електродвигун; 4 – редуктор; 5 – верхній ведучий барабан; 6 – нижній направляючий барабан; 7 – лоток для збору промивної води.

Рисунок – Сітка, яка обертається



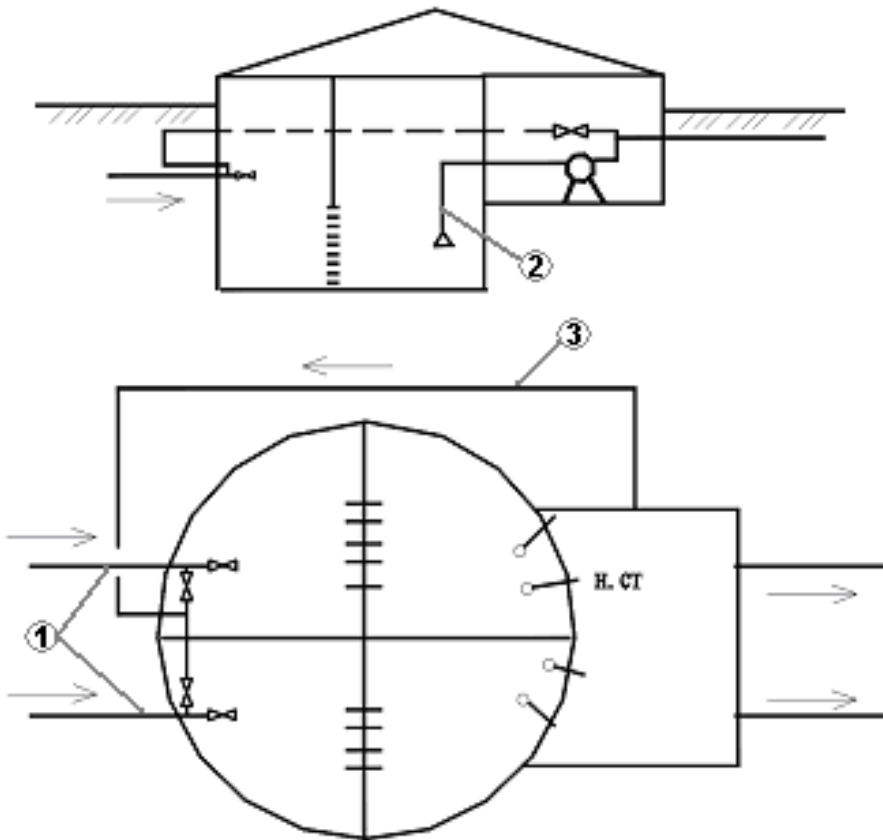
1 – промивні труби $d=70\text{мм}$; 2 – направляючі для формування плоского промивного струменю; 3 – нейлонові щітки, що обертаються; 4 – лоток для відбиву і збору води після промивки сітки.

Рисунок 3.6 – Промивний пристрій



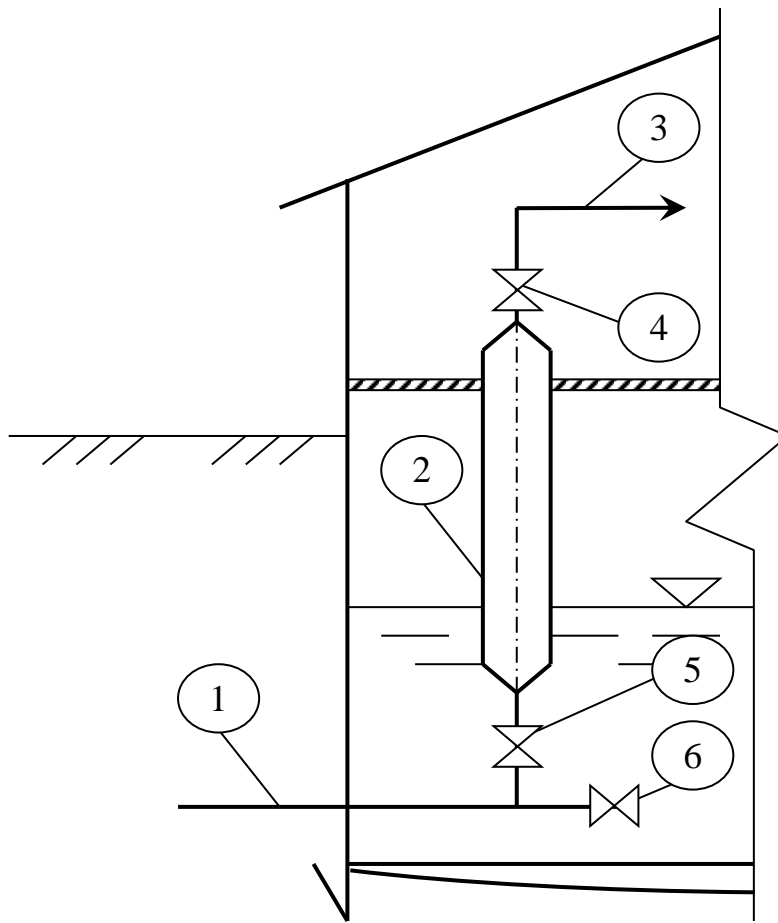
1 – оголовок; 2 – самопливні лінії; 3 – береговий колодязь; 4 – насосна станція I підйому; 5 – сифонна лінія (для варіанту водозабору з сифонними лініями) 6 – вакуум – насос.

Рисунок 3.7 – Схема руслового водозабору



1 – самопливні труби; 2 – всмоктуючі труби; 3 – напірний трубопровід для зворотної промивки.

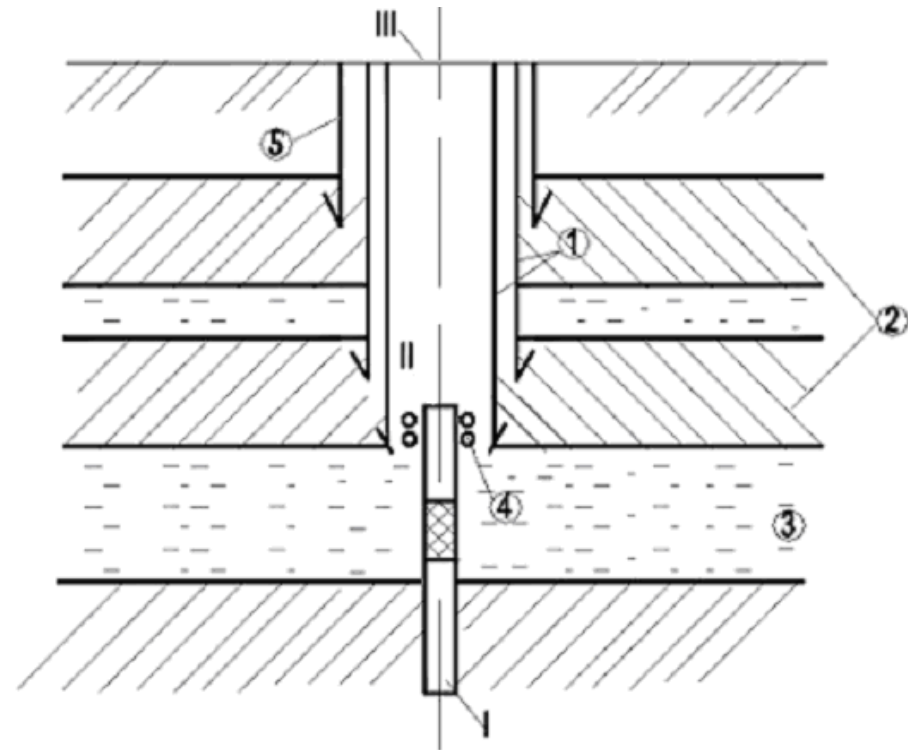
Рисунок 3.8 – Схема промивки зворотнім током води



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 ґрати 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: - видалення осаду; - ремонт сіток; | 2 рази на рік постійний нагляд | 1 раз на рік за необхідністю |
| 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 | |



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

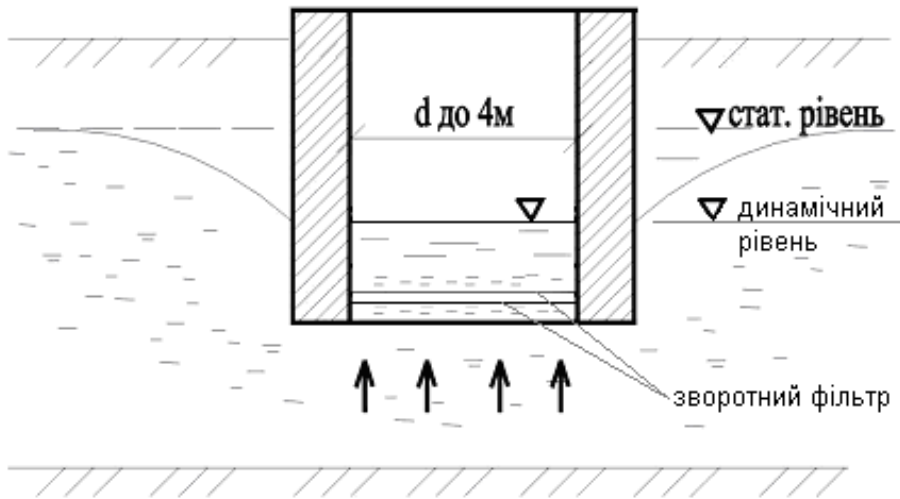
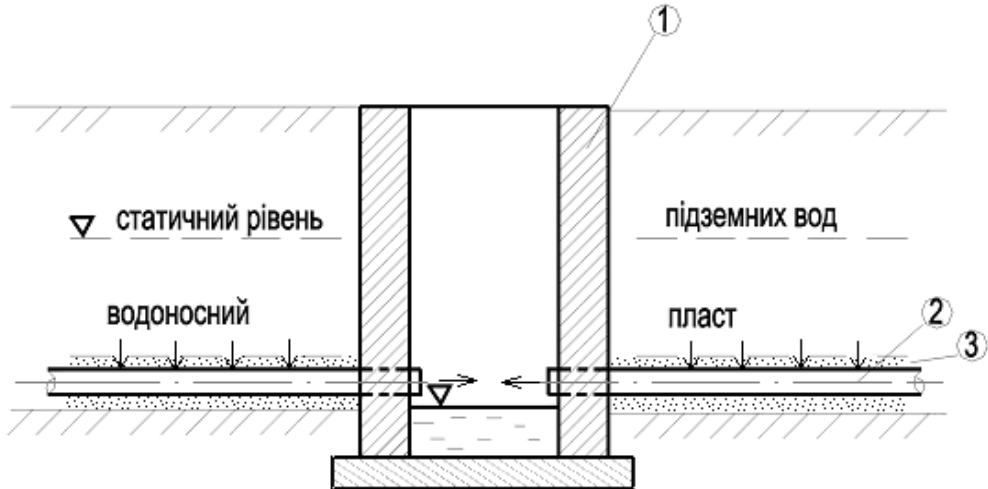


Рисунок – Шахтний колодязь



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

Рисунок – Схема горизонтального водозбору

Практичне заняття

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

До початку занять необхідно засвоїти наступний матеріал:

1. Об'єм води $W_{\text{сп}}$, м³, що витрачається при спорожненні заданих ділянок трубопроводів складає:

$$W_{\text{сп}} = 0,785 \sum_1^n D_i * L_i ,$$

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 , м³/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.

$$Q_i = 0,785 * D_i * V_i$$

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

V_i - швидкість руху води, м/сек.

3. Об'єм води $W_{\text{пр}}$, м³/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 $W_{\text{дез}}$, м³, 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 г/м³ 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/се 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 |

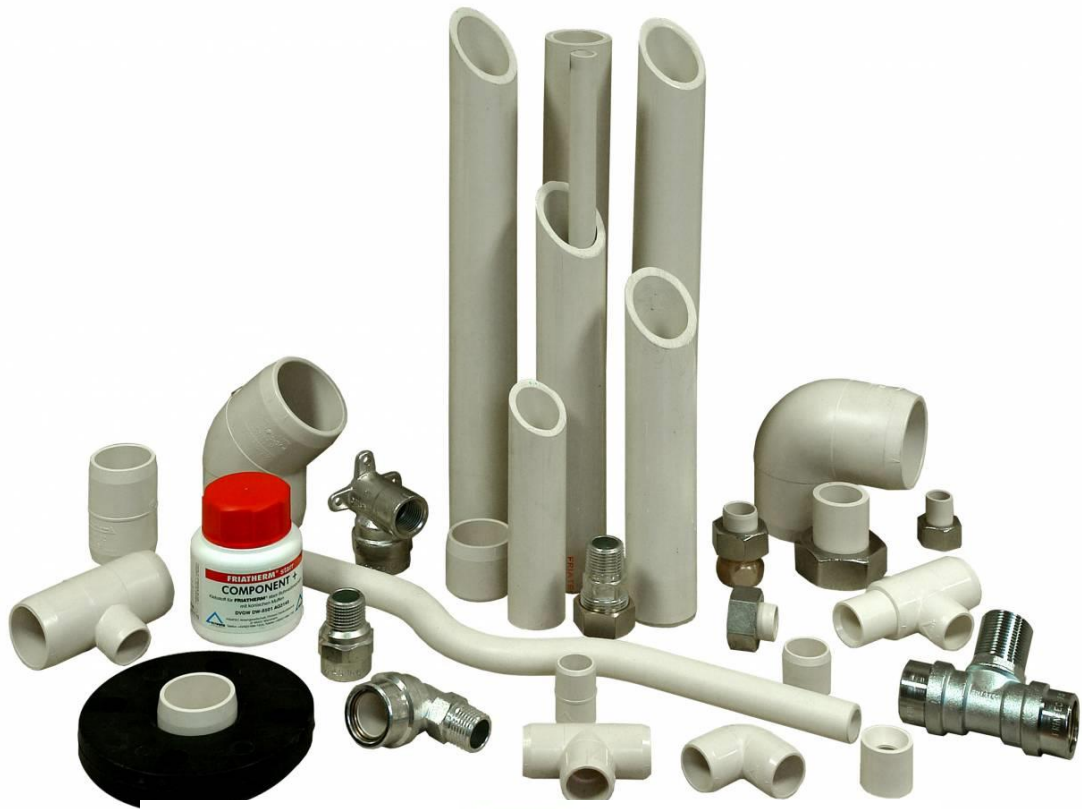


Рисунок – Водорозбірний кран
вентильного типу



Рисунок - Змішувач з однією
рукояткою



Рисунок - Змішувач
термостатичний