


ВОДОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ



Метою дисципліни «Водопровідні мережі» є забезпечення технічної підготовки майбутнього фахівця, формування знань про типи водопровідних мереж, системи, схеми водопостачання та принципи підбору водоводів та гідравлічних розрахунків мереж.

Період вивчення
дисципліни: 6 семестр, 3
курс

Обсяг дисципліни
5 кредитів
150годин
36 год-лекції
36 год-практичні
заняття
78 год-самстійна
робота

The background of the slide is a composite image. The top half shows a wide river with a large dam structure in the distance. The bottom half shows a close-up of a dam's spillway with water cascading over it. The text is overlaid on this background in light blue rounded rectangular boxes.

Модуль 1

Тема 1 Загальні поняття про системи водопостачання.

Тема 2. Режими водоспоживання. Головні поняття.

Тема 3. Водоспоживання міст і промислових підприємств

Практичні заняття -1-2. Визначення водоспоживання міст і промислових підприємств.

Практичне заняття 3. Проектування та розміщення водопровідних мереж та споруд на плані мікрорайону.

Визначення витрат холодної води

Модуль 2

Тема 4. Режим подачі розрахункових витрат елементами системи водопостачання.

Тема 5. Режим роботи системи водоспоживання при пожежогасінні.

Практичне заняття 4. Розрахунок графіка сумарного водоспоживання.

Практичне заняття 5 Розрахунок об'ємів регулюючих ємностей.


Модуль 3

Тема 6. Напори у водопровідних мережах.

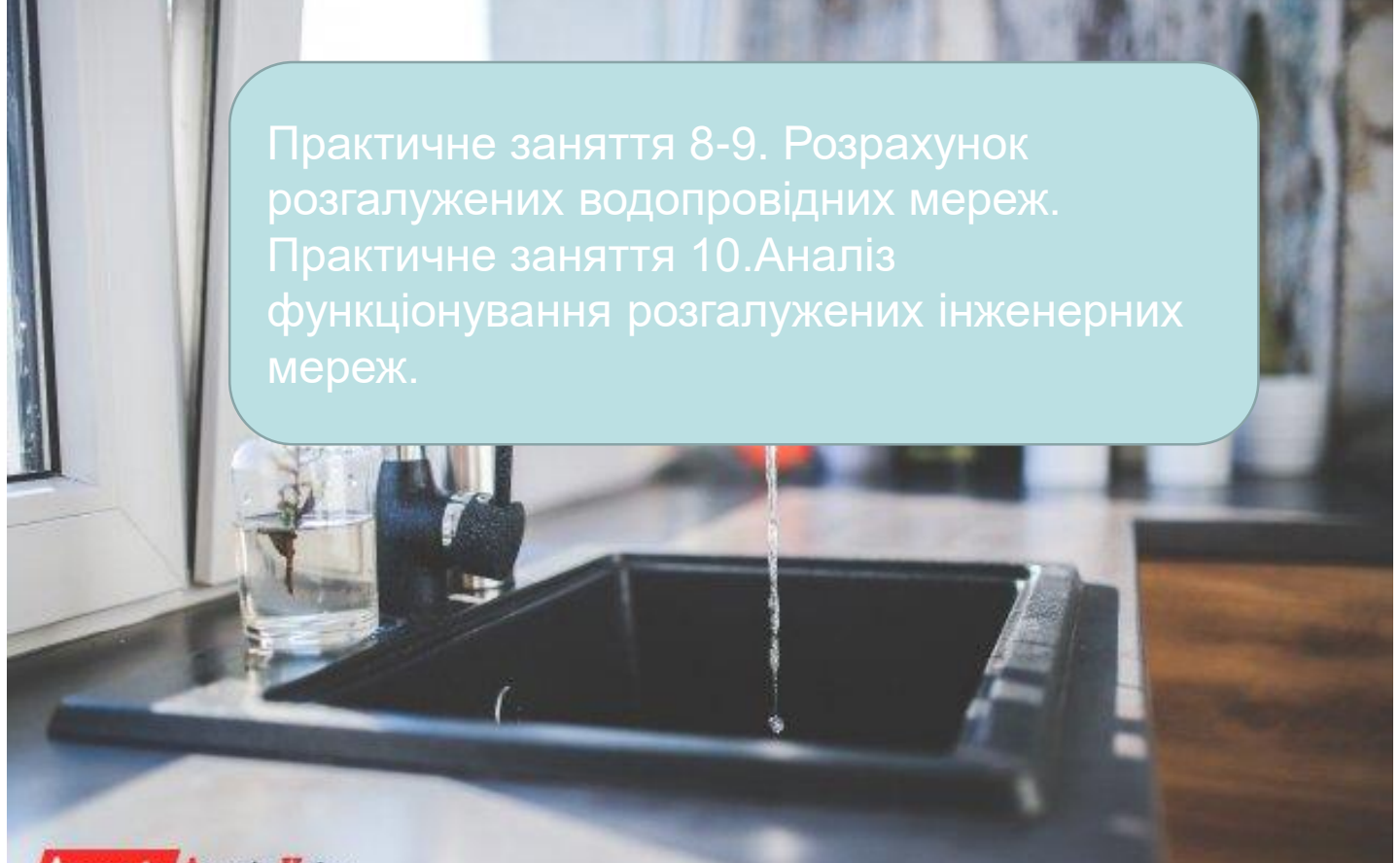
Тема 7. Основи проектування водопровідних мереж

Практичне заняття 6-7. Розрахунок характеристик водопровідної мережі, висоти башти і напору насосів по п'єзометричним лініям.

Модуль 4

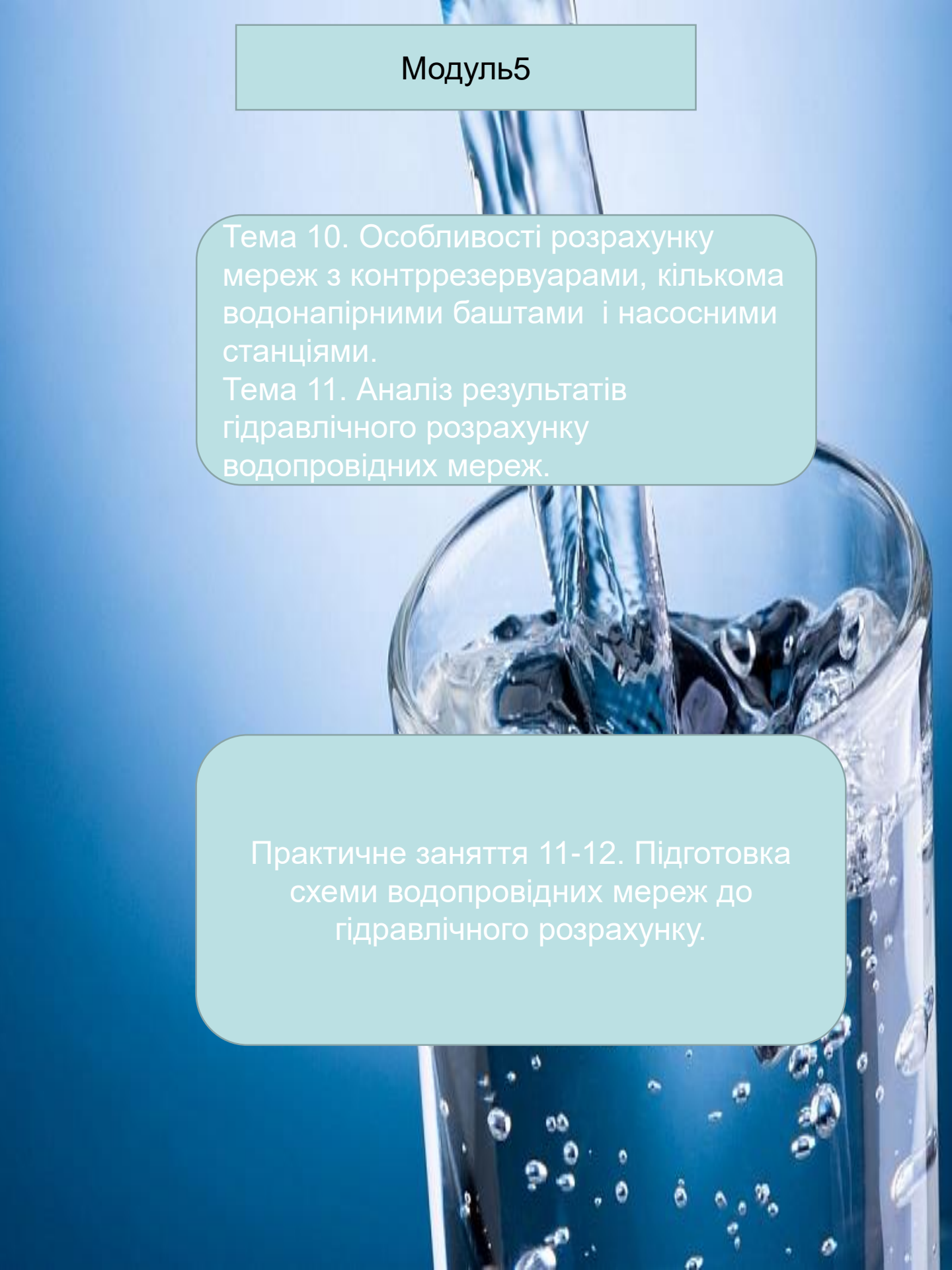


Тема 8. Гідравлічний розрахунок тупикових водопровідних мереж.
Тема 9. Гідравлічний розрахунок кільцевих водопровідних мереж.



Практичне заняття 8-9. Розрахунок розгалужених водопровідних мереж.
Практичне заняття 10. Аналіз функціонування розгалужених інженерних мереж.

Модуль5



Тема 10. Особливості розрахунку мереж з контррезервуарами, кількома водонапірними баштами і насосними станціями.

Тема 11. Аналіз результатів гідравлічного розрахунку водопровідних мереж.

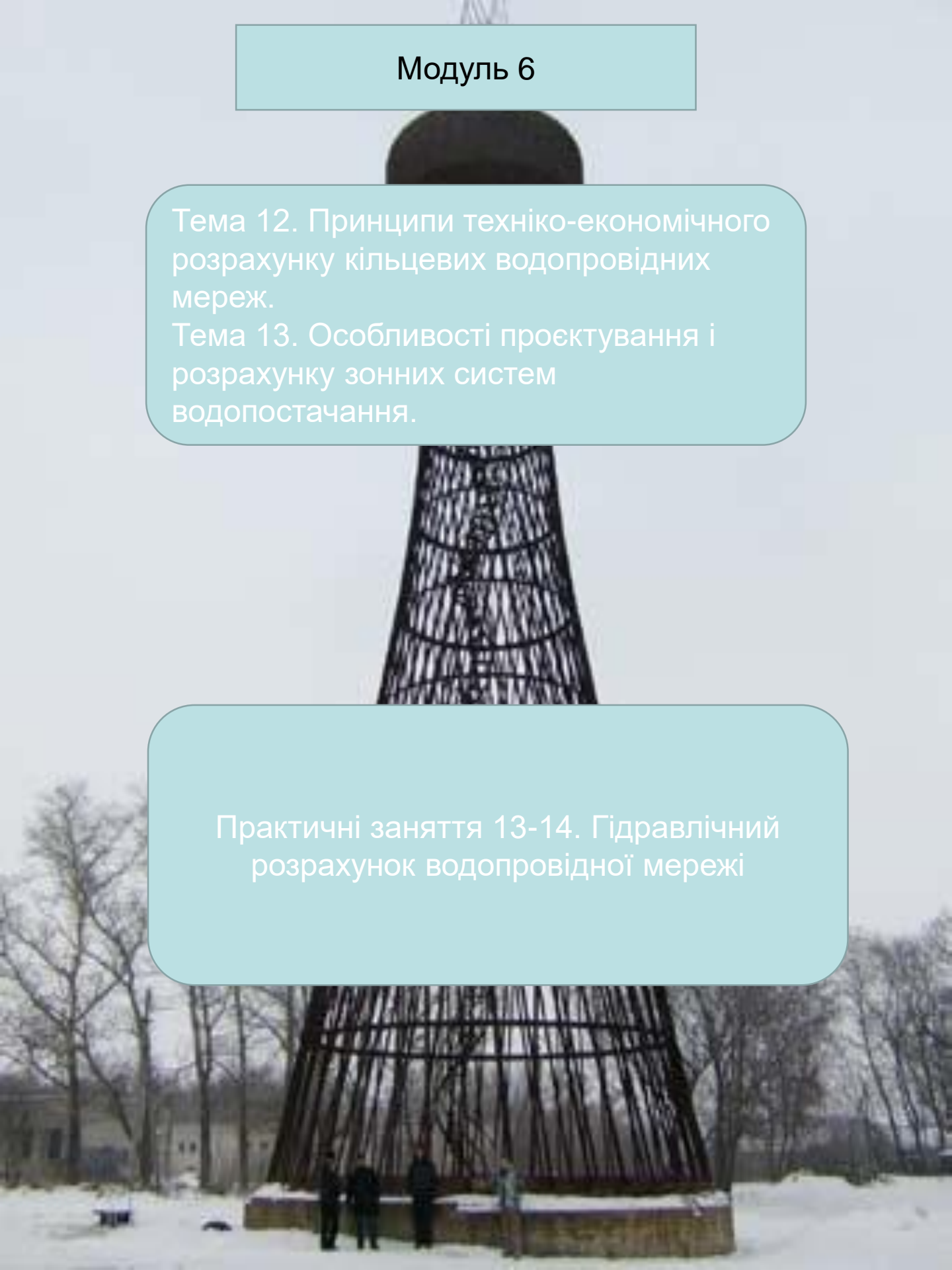
Практичне заняття 11-12. Підготовка схеми водопровідних мереж до гідравлічного розрахунку.

Модуль 6

Тема 12. Принципи техніко-економічного розрахунку кільцевих водопровідних мереж.

Тема 13. Особливості проєктування і розрахунку зонних систем водопостачання.


Практичні заняття 13-14. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі



Модуль 7

Тема 14. Споруди для транспортування води від джерела до об'єкту водопостачання
Тема 15. Особливості устрою водопровідних мереж.

Практичне заняття 15-16. Аналіз роботи водопровідних мереж



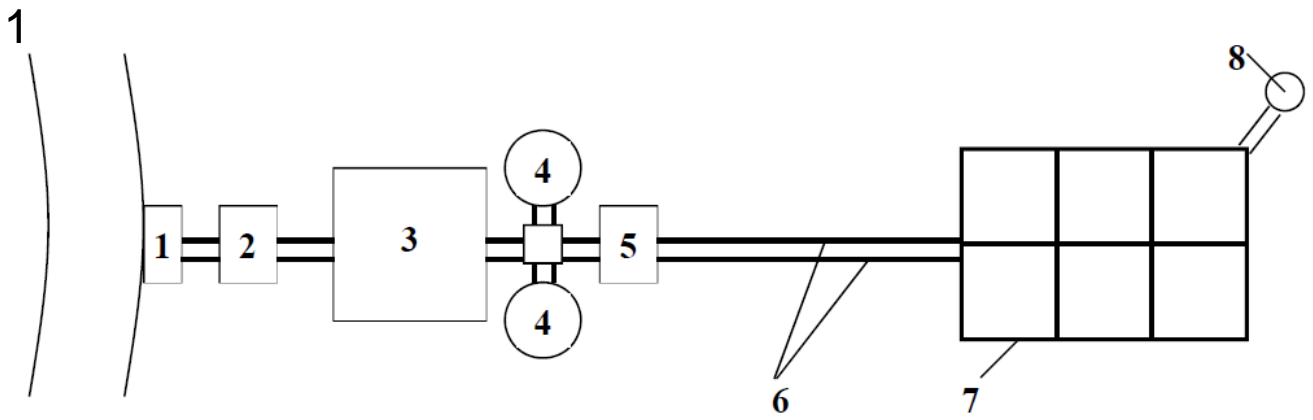
Модуль 8

Тема 16. Трубопроводи для будівництва водопровідних мереж

Тема 17. Обладнання мережі і споруди на ній.

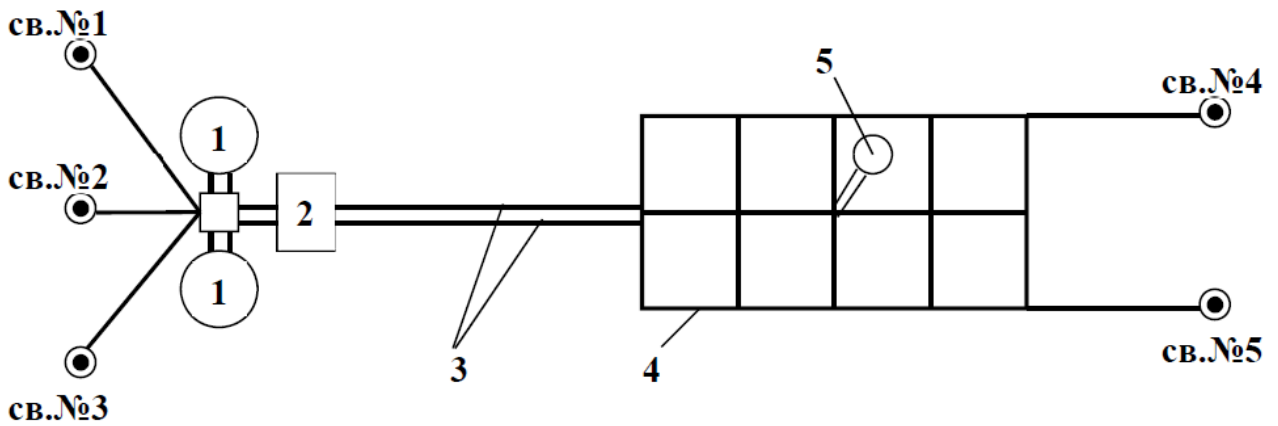
Тема 18 Водонапірні башти і резервуари.

Практичні заняття 17-18. Деталювання водопровідних мереж



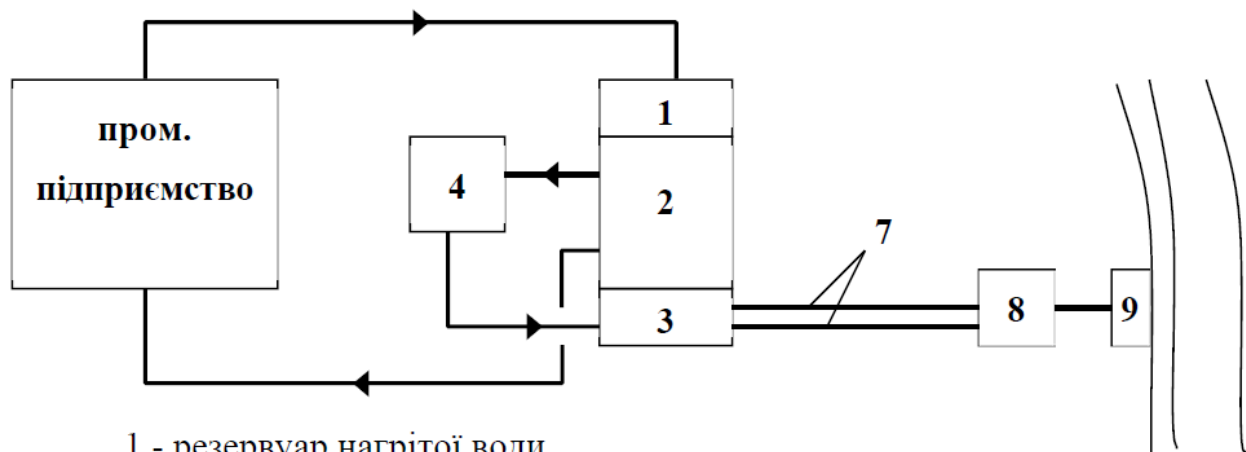
- 1 - водозабір,
- 2 - насосна станція I підйому,
- 3 - очисні споруди,
- 4 - резервуари чистої води,
- 5 - насосна станція II підйому,
- 6 - водоводи,
- 7 - водопровідна мережа,
- 8 - водонапірна башта.

Рисунок 1 - Схема системи водопостачання міста з поверхневого джерела



- 1 - резервуари чистої води,
- 2 - насосна станція II підйому,
- 3 - водоводи,
- 4 - водопровідна мережа,
- 5 - водонапірна башта.

Рисунок 2 - Схема системи водопостачання міста з підземного джерела



- 1 - резервуар нагрітої води,
- 2 - насосна станція оборотної системи,
- 3 - резервуар охолодженої води,
- 4 - споруди для охолодження води,
- 5 - трубопроводи охолодженої води,
- 6 - трубопроводи нагрітої води,
- 7 - водоводи підпиточної води,
- 8 - насосна станція,
- 9 - водозабір.

Рисунок 3 - Схема системи оборотного водопостачання пром'ягкшувального підприємства

Таблиця 1 - Вартість елементів систем водопостачання (в % від загальної вартості)

Джерела водопостачання	Водозабірні споруди	Насосні станції	Очисні споруди	Напірно-регулюючі ємності	Водоводи та мережі	Допоміжні споруди
Поверхневі	2...4	3...5	12...25	1...4	50...70	8...10
Підземні	5...10	2...5	5...20	2...5	60...80	8...10

2

Таблиця 1 – Питома середньодобова (за рік) норма споживання питної води

Ступінь благоустрою житлової забудови	Питома середньодобова (за рік) норма питного водоспоживання, л/добу на одного жителя
Житлова забудова, обладнана внутрішнім водопроводом і каналізацією:	
без ванн	100 – 135
з ваннами і місцевими водонагрівачами	150 – 230
з централізованим гарячим водопостачанням	230 – 285

$$\overline{Q_{сут}} = q_1 \times N / 1000 ,$$

$$Q_{доб.} = K_{доб} * Q_{доб}$$

$$K_{доб. макс.} = 1,1 \dots 1,3 ; \quad K_{доб. мин.} = 0,7 \dots 0,9 .$$

$$Q_{г} = K_{г} * Q_{доб.} ,$$

$$Q_{г. макс.} = K_{г. макс.} * Q_{г.} ,$$

$$Q_{г. мин.} = K_{г. мин.} * Q_{ш.}$$

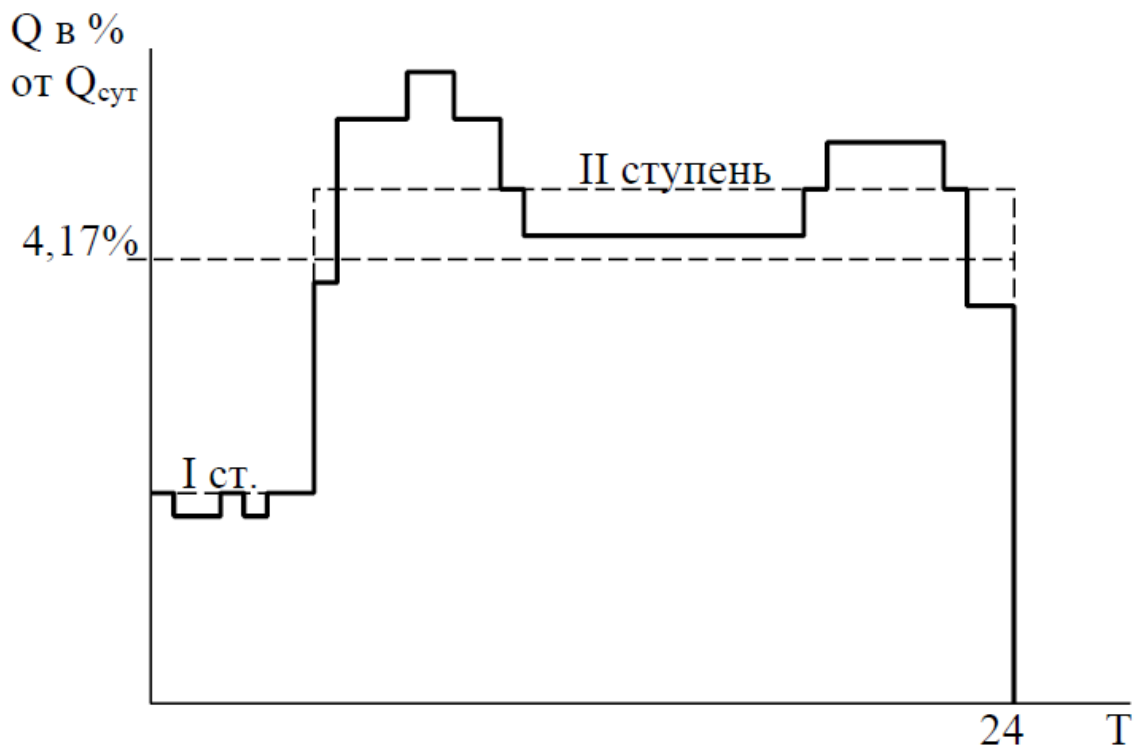


Рисунок 4 - Суміщений ступінчастий графік водоспоживання та подачі води насосної станції II підйому при різних режимах роботи

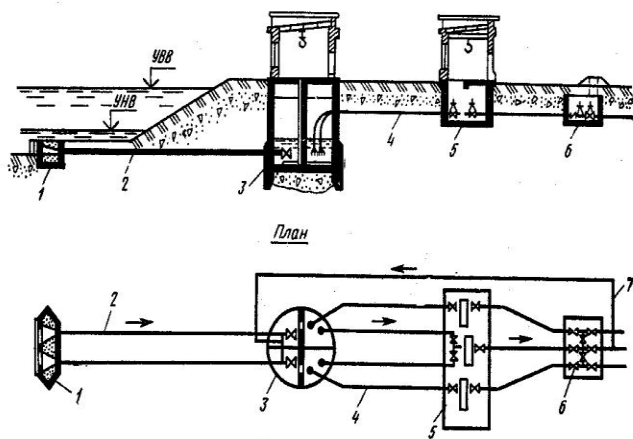


Рисунок – Схема руслового водозабору з роз'єднаною

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

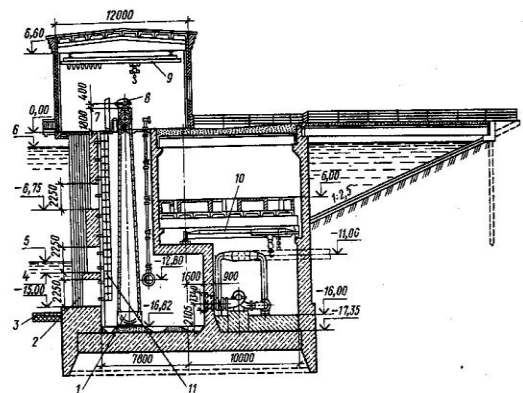


Рисунок - Схема берегового колодязя з роз'єднаною

компоановкою:

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

$$H_{ce} = 4 (n - 1) + 10 = 6 + 4 n,$$

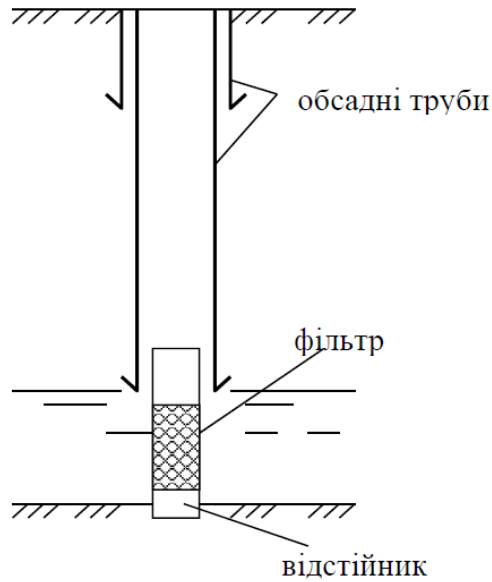


Рисунок 5 – Принципова схема трубчастого колодязя

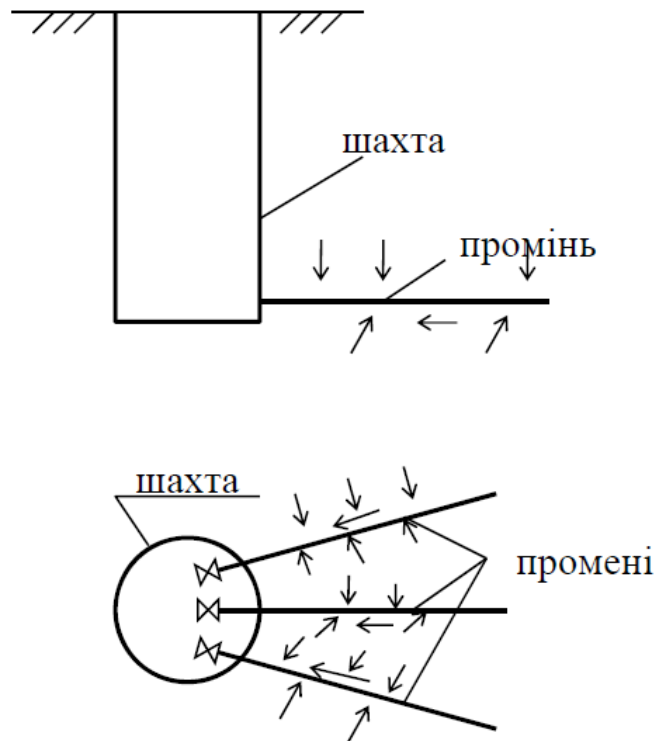


Рисунок 6 - Схема променевого водозабору

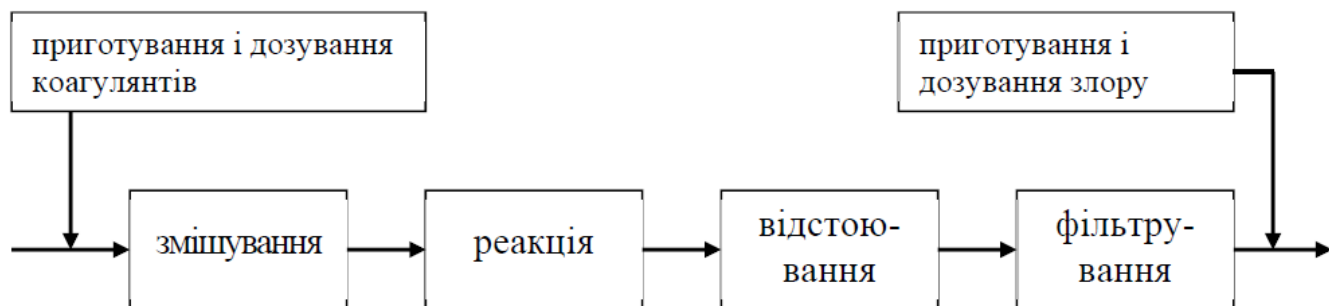
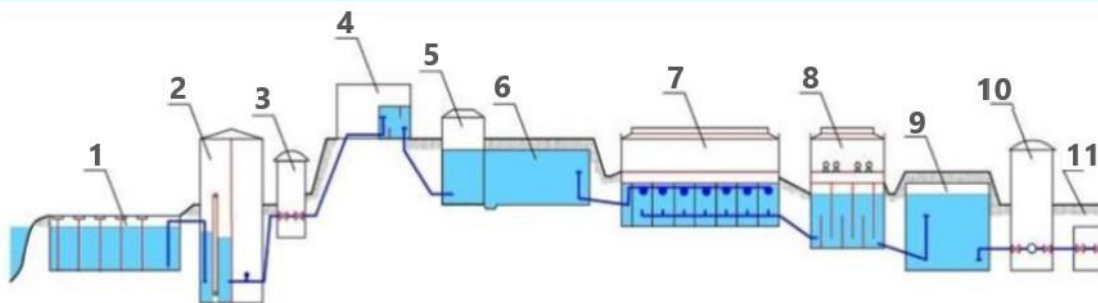


Рисунок 7 - Технологічна схема одержання господарсько-питної води

Днепровская станция очистки воды



1 - водозабірні ковші;
 2 - насосна станція першого підйому;
 3 - камера переключень;
 4 - блок змішувачів;
 5 - камери реакцій;

6 - горизонтальні відстійники;
 7 - фільтри;
 8 - озонаторна;
 9 - резервуар чистої води;
 10 - насосна станція другого підйому;
 11 - камери переключень





$$H = H_{\Gamma} + \sum h_{\text{вс}} + H_{\text{в}} + \sum h_{\text{н}},$$

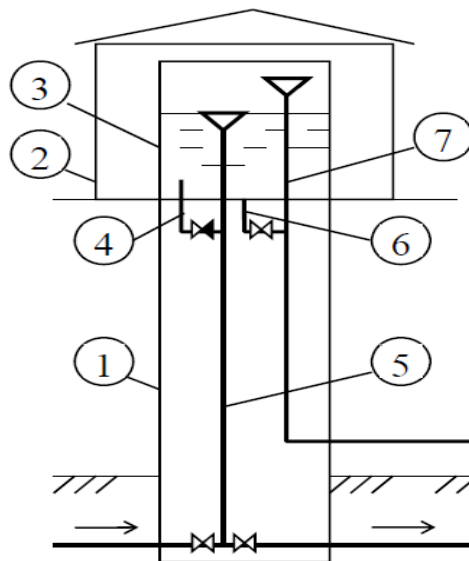
де H_{Γ} – геометрична висота підйому (різниця оцінок рівнів води в споживача й у джерелі),

$\sum h_{\text{вс}}$ - сумарні втрати напору в усмоктувальному трубопроводі,

$\sum h_{\text{н}}$ - сумарні втрати напору в напірному трубопроводі,

7 $H_{\text{в}}$ - необхідний вільний напір на вилив.





- 1 - стовбур башти;
- 2 - шатро;
- 3 - бак;
- 4 - трубопровід, що відводить воду;
- 5 – подаюче-відводящий трубопровід;
- 6 - грязьовий трубопровід;
- 7 - переливний трубопровід.

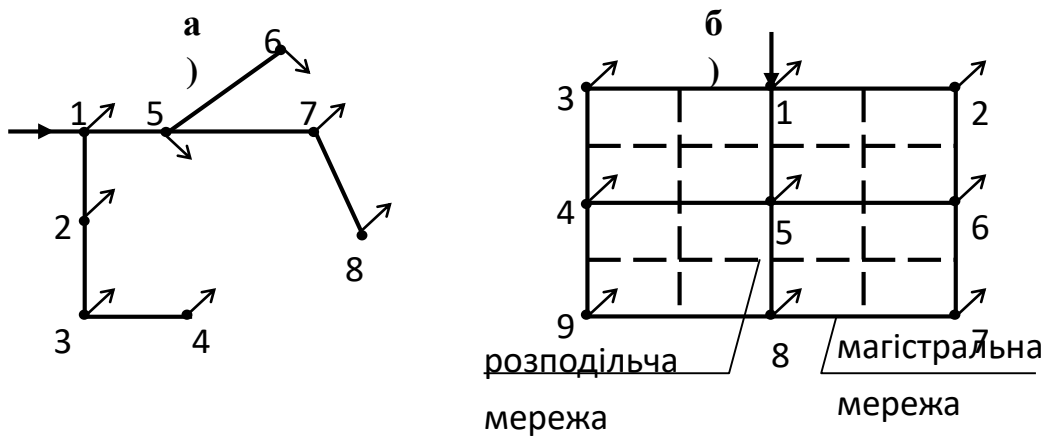
Рисунок 8 - Водонапірна башта



Зовнішні водопровідні мережі

1. Види водопровідних мереж.
2. Трасування водопровідної мережі.
3. Визначення глибини закладення труб.
4. Особливості гідравлічного розрахунку тупикових мереж.
5. Гідравлічний розрахунок кільцевих мереж.

1.



2.

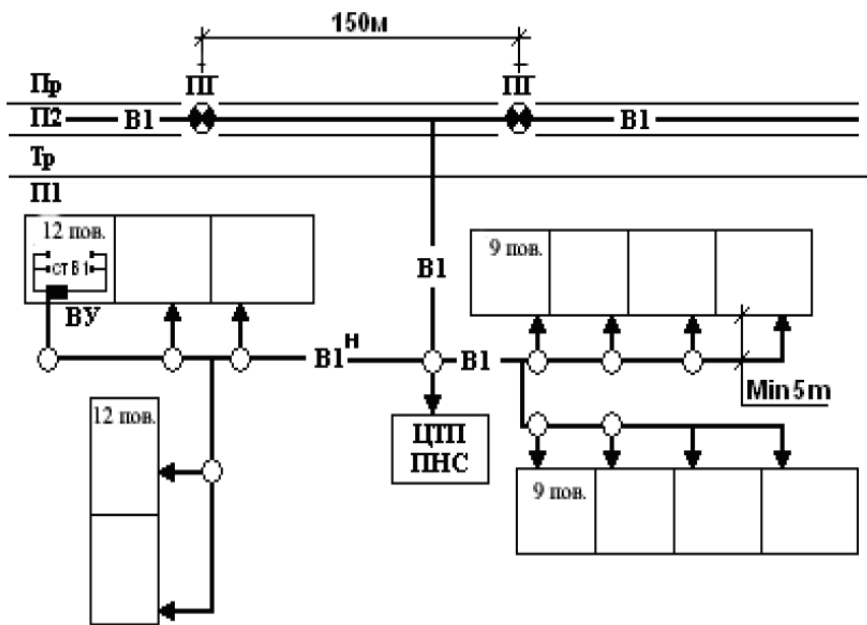


Рис. 2 – Роздільний метод прокладання водогінних мереж

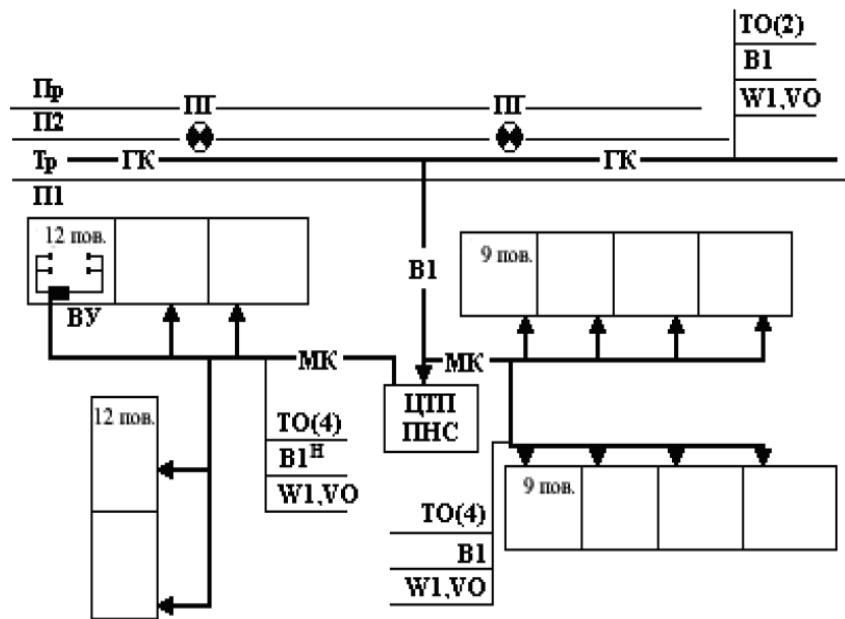


Рис. 3 – Суміщений метод прокладання водогінних мереж

3.

Коли визначається глибина прокладки трубопроводу подачі води враховується:

Максимальна температура взимку;
 Тип ґрунту на місцевості;
 Температура води в системі;
 Наявність рослинності на поверхні;
 Тривалість сонячного періоду;
 Час подачі води;
 Кількість опадів;
 Глибина залягання підземних вод.



$$h_{зак} = h_n + 0,5 \text{ м.}$$

4.

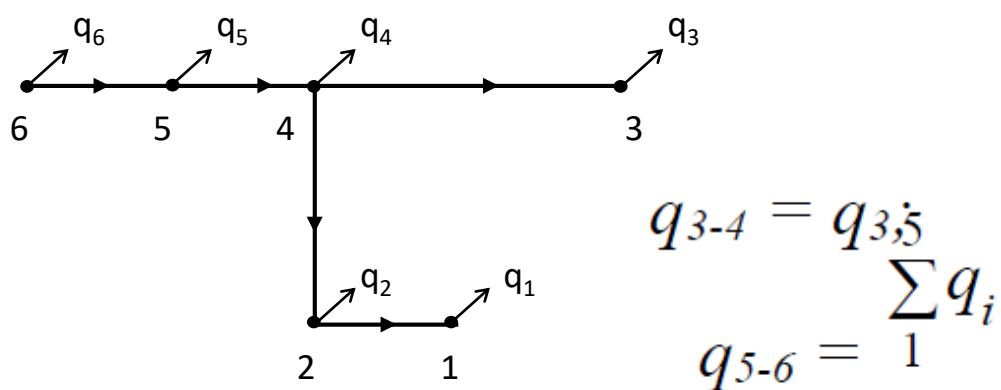
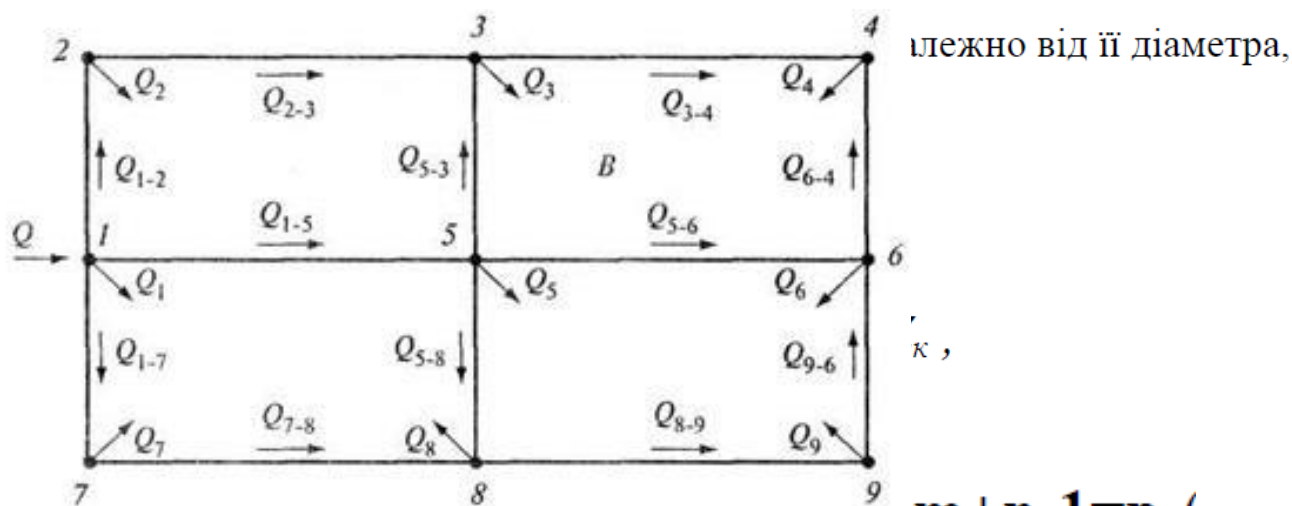


Рисунок - Схема розбору води з тупикової мережі

$$q_{1-2} = q_1; \quad q_{2-4} = q_2 + q_{1-2} = q_1 + q_2;$$

$$q_{5-4} = q_4 + q_{3-4} + q_{2-4} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4;$$

$$h = S_0 l q^2 = S q^2 ,$$



$$\sum q_{\text{вх.}} = 0 ;$$

$$\sum h_{\text{вх.}} = 0.$$

Споруди та обладнання на водопровідних мережах

1. Труби чавунні напірні.
2. Труби сталеві електрозварні.
3. Труби сталеві з неметалічним внутрішнім покриттям.
4. Металопластикові труби
5. Арматура та споруди на водопровідних мережах.

1.



В Україні чавунні труби та з'єднувальні фасонні частини до них виготовляють відповідно до ГОСТ 9583-75 діаметром до 1200 мм, довжиною від 2 до 7 м класів ЛА, А та Б на різний внутрішній тиск — на максимальний робочий тиск до 3,5-4,0 МПа.

Технічна характеристика чавунних труб.

Умовний прохід, мм	Максимальний тиск, МПа		
	ЛА	А	Б
300	2,5	3,5	4,0
350–600	2,0	3,0	3,5
700–1200	2.0	2,5	3,0



Б-1 Б-2

Труби сталеві електрозварні

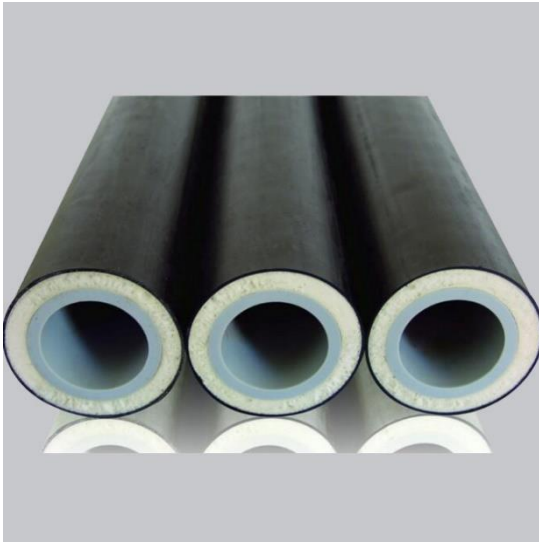
• За призначенням сталеві труби у залежності від умов експлуатації поділяють на три групи:

- 1 група — труби з маловуглецевих сталей з границею міцності до 490 МПа, які призначено для експлуатації при температурі 0 °С і вище та тиску до 5,4 МПа; трубопроводи з таких труб можна споруджувати при температурі 40° С та вище;
- 2 група — труби з маловуглецевих сталей з границею міцності від 490 до 540 МПа, які призначено для експлуатації та будівництва в північних районах при температурі до мінус 40°С і тиску до 5,4 МПа;
- 3 група — труби з низьколегованих сталей з границею міцності 540 МПа і вище, які призначено для експлуатації та будівництва трубопроводів при температурі до 60° і тиску до 9,8 МПа.

Застосовувати безшовні труби необхідно відповідно до ГОСТ 8732-78, ГОСТ 8734-75, ГОСТ 9940-72, ГОСТ 9941-81, електрозварні — відповідно до ГОСТ 20295-74 для труб діаметром до 820 мм включно, та технічними умовами для труб діаметром 530–1420 мм.

Характеристики сталевих труб				
Типи труб	Зовнішній діаметр, мм	Марка сталі	Параметри експлуатації	
			температура, °С	тиск, МПа
Водо- (пульпо-) та газопровідні	10,2 – 165	Ст1 кл2 або Ст2 кл2	+200	1
Безшовні гарячекатані	25 – 820	Ст 20	– 40+ 450	10
Безшовні холоднотягнені та холоднокатані	14 – 426	10Г2	– 70+ 40	10
Електрозварені	14 – 426	ВСт3гп	– 30+ 300	2,5
Електрозварені	530 – 1420	17ГС	– 40+ 400	2,5
Безшовні	5 – 120	10Х17Н13М2Т	– 253+ 700	10

3.



Труби сталеві з полімерним внутрішнім покриттям



Труби сталеві з оцинкованим внутрішнім покриттям

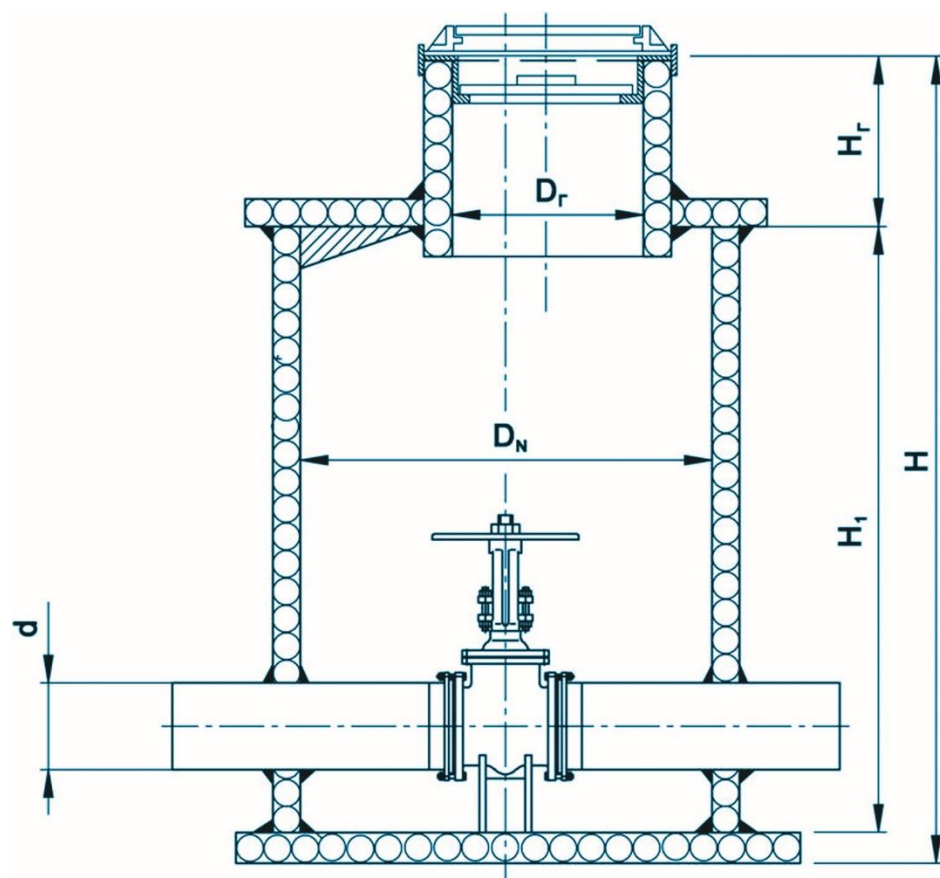
4.



- В теплих підлогах;
- Для непомітної установки системи водопостачання в стінах;
- Для підведення труб до опалювальних приладів;
- На дачних ділянках для монтажу поливальних систем.

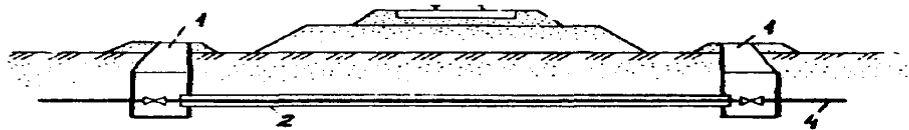


це два шари поліетилену, з'єднаного на молекулярному рівні, між цими шарами алюміній. За рахунок алюмінієвого шару труба набуває свої показники міцності, а шари поліетилену забезпечують високу гнучкість

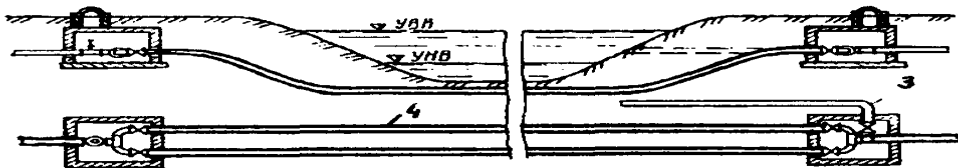


Вся необхідна арматура на мережі встановлюється в круглих колодязях діаметрами 1000 мм, 1250 мм, 1500 мм і 2000 мм або в прямокутних колодязях розмірами 1500×1500, 1500×2000, 2000×2000, 2000×2500, 2500×2500, 2500×3000, 3000×3000, 3000×3500, 3500×3500, 4000×3500, 4000×4000, 4000×4500.

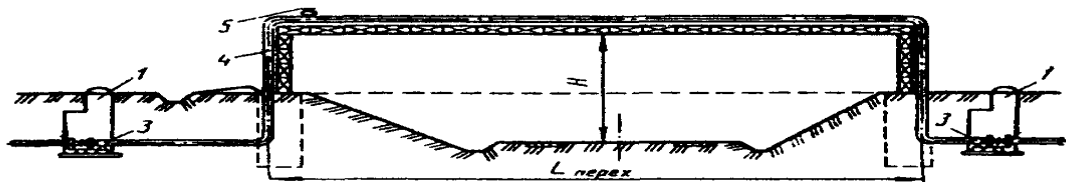
a)



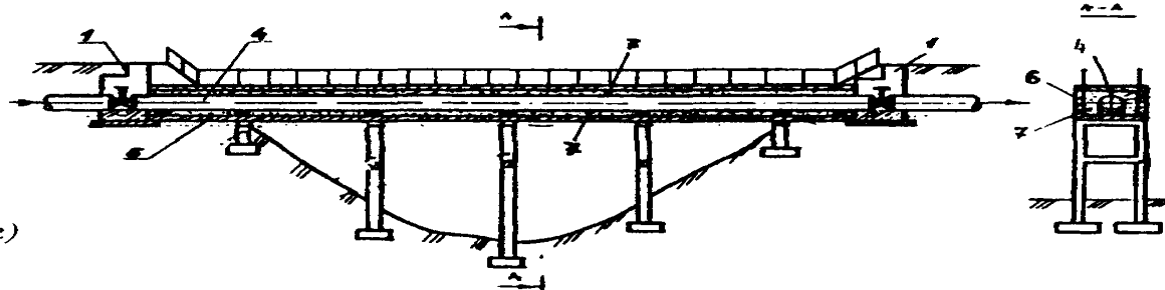
б)



в)



г)



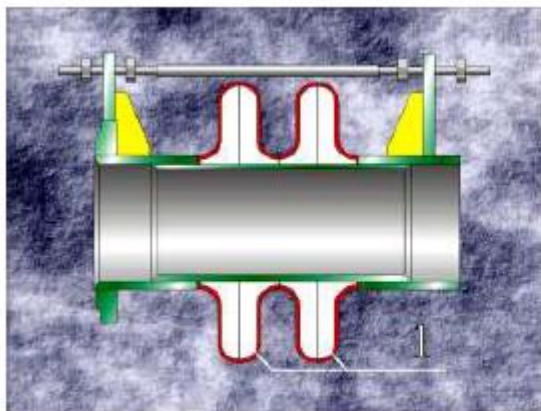


Рис. 1.7 – Лінзовий компенсатор (1-дві лінзи)

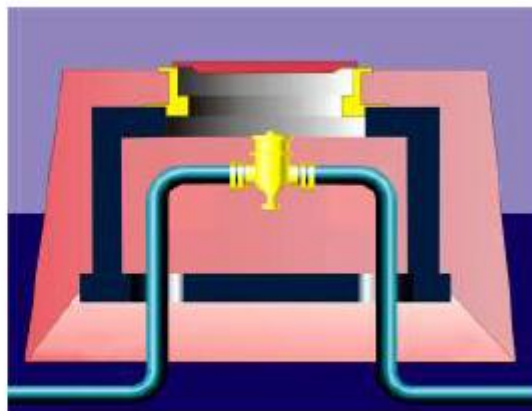
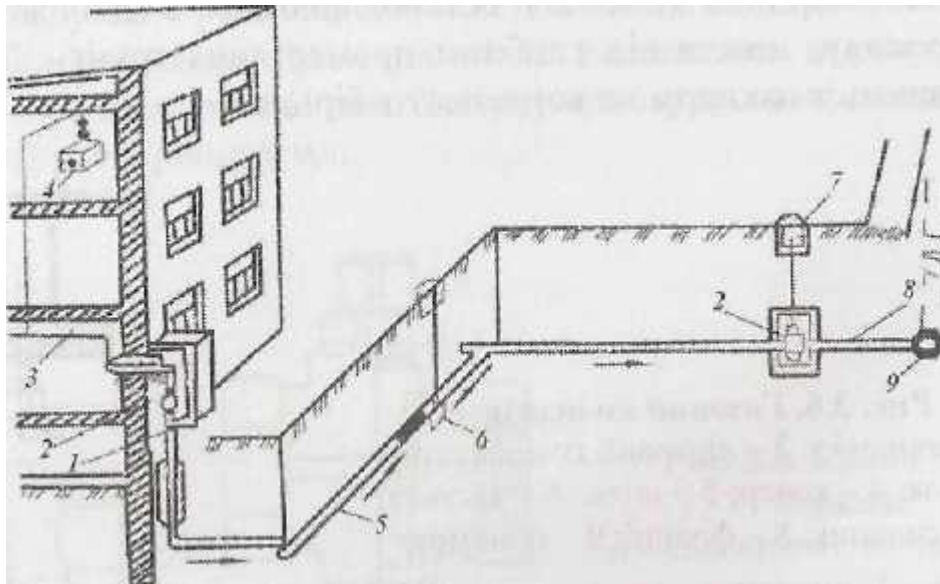


Рис. 1.8 – П- подібний компенсатор



№ п/п	Стальні	Поліетиленові
1	2	3
1	Низька антикорозійна стійкість (не більше 10 років експлуатації).	Антикорозійна стійкість.
2	Нестійкість до блукаючих струмів. Вимагає катодного захисту.	Стійкість до блукаючих струмів. Не потребує катодного захисту, відповідно зменшуються витрати на обслуговування
3	Здатність до відкладень, що підвищує внутрішню шорсткість і збільшує гідравлічний опір.	Відсутність відкладень на стінках протягом всього строку експлуатації. З часом властивості поліетиленових труб тільки покращуються.
4	Висока теплопровідність і, як наслідок, необхідність застосування термоізоляції.	Відносно малий коефіцієнт теплопровідності. Ізоляція не потрібна.
5	Стальні труби добре передають механічні і акустичні коливання.	Акустичні коливання гасяться.
6	Високий ступінь жорсткості матеріалів.	Ступінь жорсткості низький, але велика стійкість до розтягання (особливо у поліетилену – 200-800%).
7	Стійкість до механічних пошкоджень.	Низька стійкість до механічних пошкоджень.
8	Стійкість до ультрафіолетового випромінювання.	Нестійкість до ультра-фіолетового випромінювання, втрата механічних якостей.
9	Складність і висока вартість монтажу.	Легкість, швидкість і низькі витрати монтажу.
10	Невеликий термін експлуатації без ремонту і реконструкції (15-25 років)	Термін експлуатації - не менше 50 років (наприклад, у поліетиленових труб розрахунковий термін довговічності – 200 років)
11	Велика вага металевих трубо-проводів	Легше ніж стальні в 2-4 рази, тому не вимагають при монтажі вантажо-підйомних механізмів
12	Складність транспортування в порівнянні з поліетиленовими	Один автомобіль може перевезти в 3-4 рази більше поліетиленових труб, ніж стальних

НЦ - низька, СЦ - середня і ВЦ - висока

ПНТ

"Minimum Required Strength

ПВТ

Стандартне розмірне відношення SDR - це відношення номінального зовнішнього діаметра труби до номінальної товщини стінки.

Фітінги



Рис. 1.13 – Трійник рівнопрохідний



Рис. 1.14– Відвід 90°



Рис. 1.15 – Перехід



Рис. 1.16 – Трійник сідловий



Рис. 1.17 – Муфта із закладними нагрівачами



Рис. 1.18 – Відвід 45°



Рис. 1.19 – Арматура з видовженим вихідним патрубком



Рис. 1.20 – Кран

Завдання №1. Скласти схему системи водопостачання на господарсько-питні потреби, якщо якість води в джерелі не задовольняє вимогам ГОСТ 2874-82 “Вода питна”.

Завдання №2. Скласти схему системи водопостачання на господарсько-питні потреби, якщо якість води в джерелі задовольняє вимогам ГОСТ 2874-82 “Вода питна”.

Завдання №3. Скласти схему системи водопостачання на господарсько-питні потреби, якщо якість води в джерелі не задовольняє вимогам ГОСТ 2874-82 “Вода питна”, а саме джерело знаходиться на позначках місцевості, що забезпечують необхідні напори у споживачів.

Завдання №4. Скласти схему системи водопостачання на господарсько-питні потреби, якщо якість води в джерелі задовольняє вимогам ГОСТ 2874-82 “Вода питна”, а саме джерело знаходиться на позначках місцевості, що забезпечують необхідні напори у споживачів.

Завдання №5. Визначити середньодобову витрату води на господарсько-питні потреби міста з населенням N тис. мешканців, якщо номер ступіня благоустрою районів жилої забудови n_1 . Чисельні значення величин N і n_1 прийняти по додатку А, а величину питомого водоспоживання на одного мешканця міста – по додатку Б згідно зі ступенем благоустрою n_1 .

Завдання №6. За умовами попередньої задачі визначити максимальні добові витрати води, якщо коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання $K_{\text{доб.макс}}$ (додаток А).

Завдання №7. За умовами попередньої задачі визначити середньогодинні витрати води в добу максимального водоспоживання.

Завдання №8. За умовами попередньої задачі визначити витрати води в максимальну годину, якщо максимальний коефіцієнт годинної нерівномірності $K_{г.макс.}$ (додаток А).

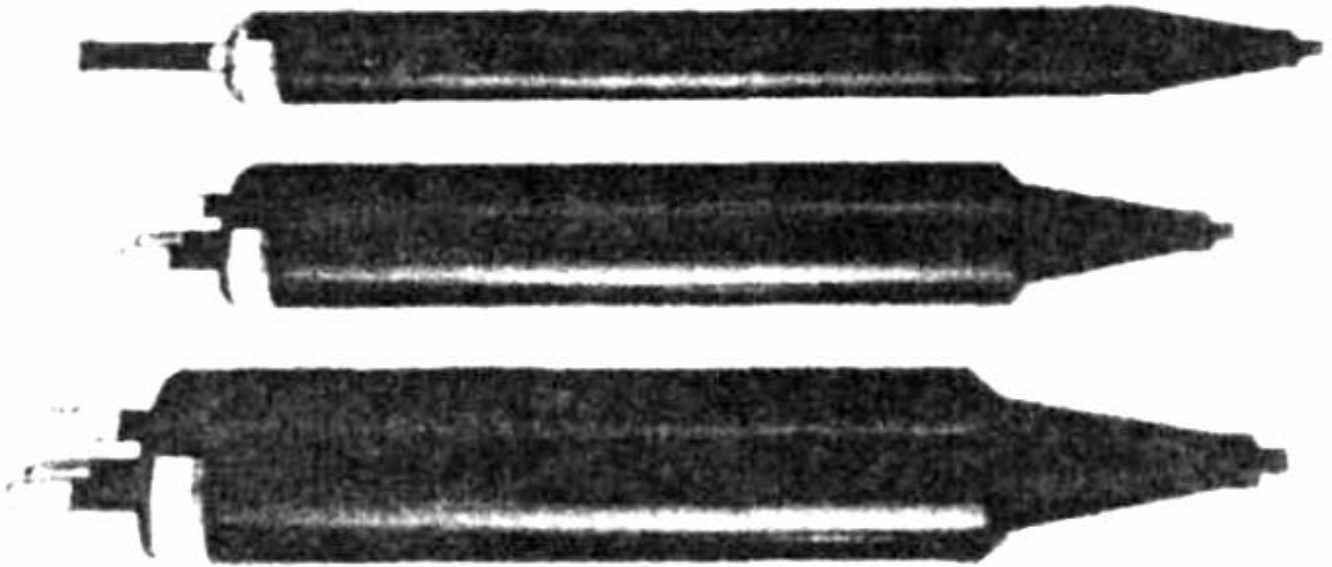


натискні насоснодомкратні установки, що складаються з одного або двох з'єднаних гідравлічних домкратів типу ГД-170 із зусиллям до 170 тс кожний, змонтованих на спільній рамі. Штоки домкратів мають великий вільний хід (до 1,15-1,3м). Раму з домкратами встановлюють на дні робочого котловану, з якого ведуть прокол. Поряд з котлованом на поверхні розміщують гідравлічний насос високого тиску – до 30 МПа.

Гідропроколом труби прокладають із використанням кінетичної енергії струменю води, що виходить під тиском з розташованої спереду труби спеціальної конічної насадки. Такий струмінь розмиває в ґрунті отвір діаметром до 500мм, в який прокладають труби.

В установках для вібропроколу застосовуються збуджувачі повздовжньо-направлених коливань. Однією з найбільш ефективних установок вібропроколу є ударно-вібраційно-вдавлююча установка УВВП-400 конструкції ВНИИГС

Для безтраншейної закритої прокладки труб діаметром 63-400мм широко застосовуються механічні ґрунтопроколювачі та пневматичні пробійники типів ПР-60 (СО-144), ИП-4605, ИП-4603, ПР-400 (СО-134) и М-130. За



Продавлювання.

Для продавливання труб застосовують натискні насосно-домкратні установки з двох, чотирьох, восьми та більшої кількості домкратів зусиллям по 500-3000 кН кожний з ходом штоку 1,1-2,1м, що працює від насосів високого тиску. Кількість домкратів в установці залежить від необхідного натискного зусилля.

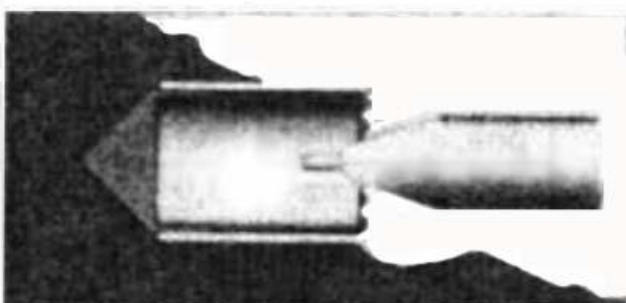
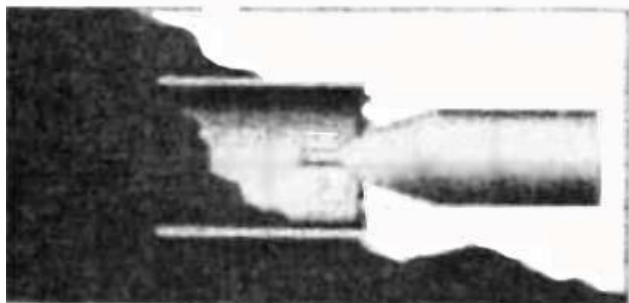
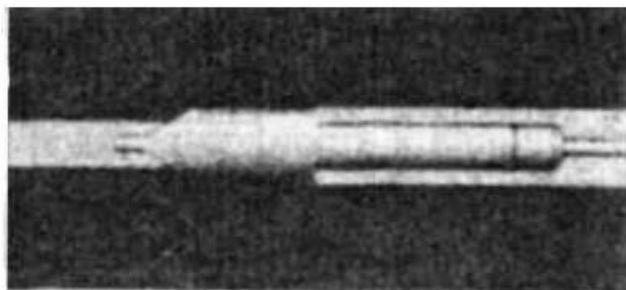
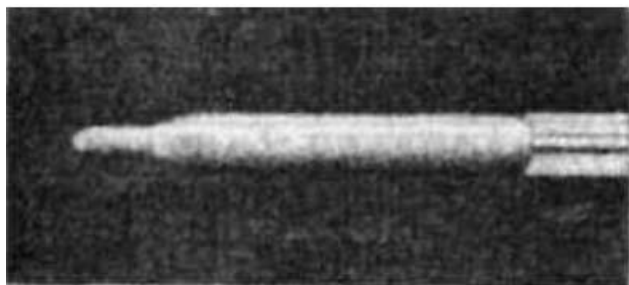
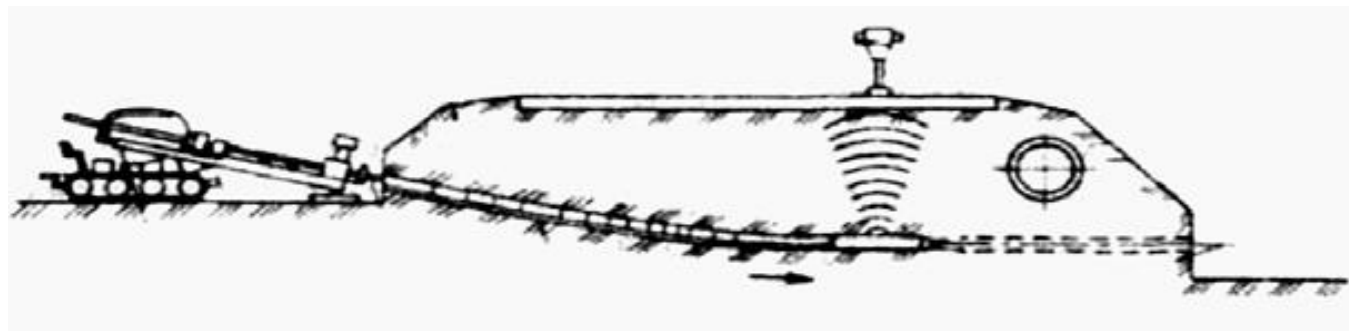


Схема: проходу (а), розширення (б) свердловин і продавливання (в, г) труб за допомогою пневмопробійників

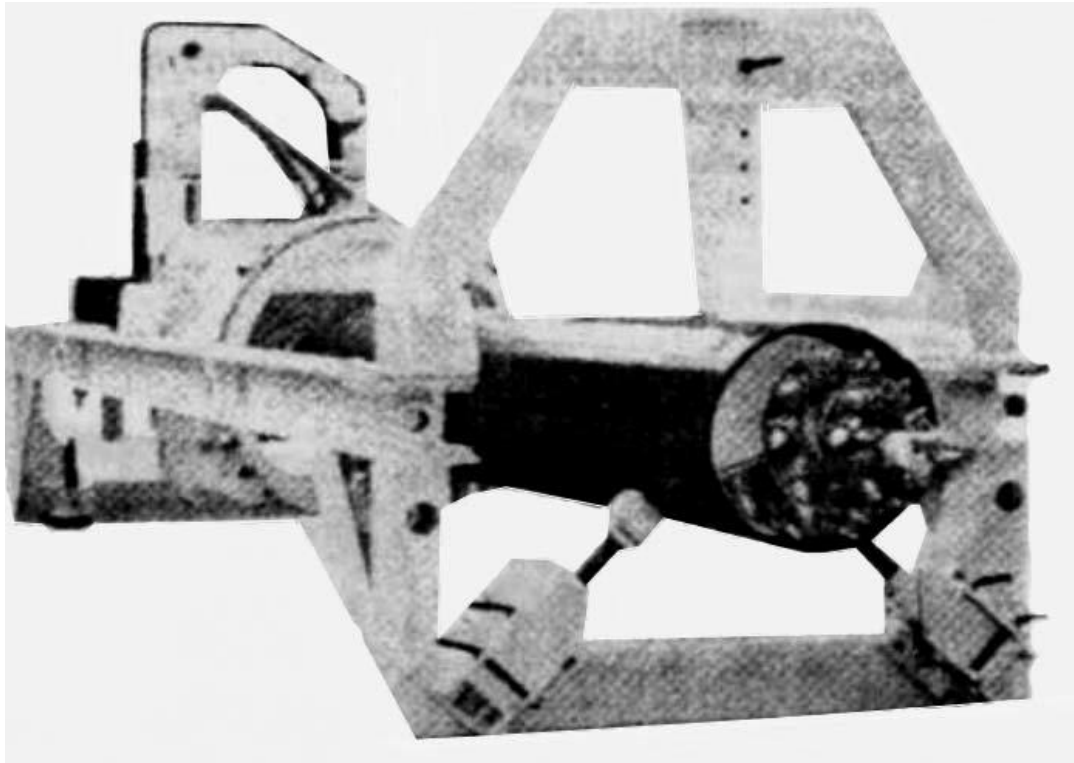
Горизонтальне направлене буріння.

Труби діаметром до 150 мм прокладаються за допомогою гідророзмиву із використанням вищезгадуваного розчину на основі бентоніту або полімерів





Труби більшого діаметру прокладаються за допомогою установок го-ризонтального шнекового буріння



Установка горизонтального шнекового буріння

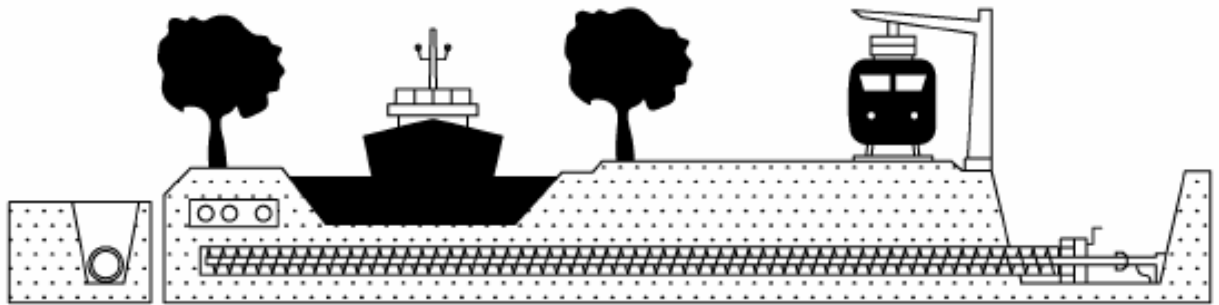


Схема направленного шнекового буріння

За допомогою установок УГБ та ГБ можна прокласти трубопроводи в ґрунтах IV групи діаметром 325-1420 мм протяжністю 40-60 м при швидкості буріння від 1,5-1,8 до 12,7-19 м/год.

Розкочування.

Розкочування використовують для проходки і розширення існуючих свердловин за рахунок спеціальної голівки, що розгортає та приводиться в рух буровим верстатом через нарощувані бурові штанги.



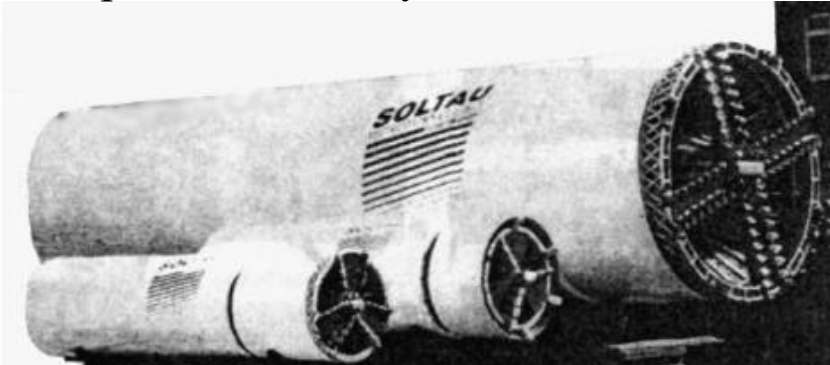
Щитова проходка.

Цей метод реалізовується шляхом створення закритим способом тунелів механізованими щитами діаметром 1,5-3,6 м з наступним укладанням труб необхідного діаметру та забутовкою вільного простору. Щит складається з трьох основних частин: передньої – ріжучої клиноподібної форми з козирком або без нього, середньої – опорної, де розміщуються домкрати та задньої – хвостової.



Мікротунелювання.

Фірма „Herrenknecht” є одним із світових лідерів по випуску щитів для мікротунелювання. Вона випускає щити діаметром від 150мм до 14,2м, при використанні яких усувається ручна праця у вибої, механізується процес прокладки труб, і все керування технологічним процесом здійснює машиніст з централізованого пульта.



и „Soltan”

**Схема технології
розробки
мікротунелей**