

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

І. Л. Деркач

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи, практичних занять
та виконання контрольних робіт

з дисципліни

«Інженерна інфраструктура міст»

(для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання професійного
напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій»,
спеціальності «Геоінформаційні системи і технології»)

Методичні вказівки до самостійної роботи, практичних занять та виконання контрольних робіт з дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» (для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання професійного напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій», спеціальності «Геоінформаційні системи і технології») [Текст] / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: І.Л. Деркач. – Х.: ХНАМГ, 2009. – 48 с.

Укладач: І.Л. Деркач

Рецензент: доцент кафедри теплохолодопостачання, к.т.н. О.О. Алексахін

Рекомендовано кафедрою теплохолодопостачання,
протокол № 1 від 13.10.2009 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Передмова	4
Перша частина	5
Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання професійного напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій», спеціальності «Геоінформаційні системи і технології»)	5
Вступ	5
1. Роль навчальної дисципліни у підготовці фахівців	5
2. Змістові модулі (ЗМ), література і контрольні запитання за ЗМ дисципліни	6
3. Засоби контролю	8
4. Критерії оцінки знань	8
Список літератури	10
Друга частина	11
Методичні вказівки до практичних занять і виконання контрольних робіт з дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання професійного напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій», спеціальності «Геоінформаційні системи і технології»)	11
Загальна частина	11
Практичне заняття № 1. Каналізаційні мережі	18
Визначення розрахункових витрат побутових стічних вод	18
Практичне заняття № 2. Водопровідні мережі і ПНУ	21
Практичне заняття № 3. Визначення витрати води на господарсько-питні потреби населення району міста, на комунальні потреби міста, на гасіння пожежі	24
Практичне заняття № 4. Теплові мережі і ЦТП	28
Практичне заняття № 5. Розрахунок витрат теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання	30
Практичне заняття № 6. Кабельні електричні мережі і ЦТП	33
Методи розрахунку електричних навантажень	35
Практичне заняття № 7. Газові мережі та ГРП	38
Розрахунок споживання газу в мікрорайоні	39
Практичне заняття № 8. Техніко-економічне обґрунтування розташування інженерних мереж	40
Додатки	41
Список літератури	41

ПЕРЕДМОВА

Це навчальне видання до вивчення дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання професійного напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій», спеціальності «Геоінформаційні системи і технології») містить дві частини, в яких наведено методичні вказівки до самостійної роботи, виконання практичних та контрольних робіт.

Перша частина включає методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання професійного напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій», спеціальності «Геоінформаційні системи і технології»).

Друга частина містить методичні вказівки до виконання практичних занять та контрольних робіт з дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання професійного напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій», спеціальності «Геоінформаційні системи і технології»).

ПЕРША ЧАСТИНА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи студентів з дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання професійного напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій», спеціальності «Геоінформаційні системи і технології»)

ВСТУП

Самостійна робота студента полягає у формуванні професійних вмінь і навичок для прийняття самостійних рішень під час конкретної роботи в реальних умовах, виховання потреби в систематичному поновленні своїх знань та творчому їх застосуванні у практичній діяльності. З цією метою рекомендовано інформаційно-методичне забезпечення, що наводиться далі.

1. РОЛЬ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ

Статус дисципліни – нормативна.

Тривалість вивчення дисципліни. Загальна кількість часу відведена для вивчення дисципліни, складає 2,5/90 кредитів/годин, протягом одного семестру третього року навчання.

Форми і методи навчання

Форма навчання	Курс	Семестр	Години							Залік (семестр)	
			Всього	у тому числі			Самостійна робота	у тому числі			
				Аудиторні	Лекції	Практичні, семінари		Контр. робота	КП/КР		РГЗ
Денна	3	6	90	30	15	15	60				6
Заочна	3	6	90	12	6	6	78	12			6

1.1. Мета вивчення. Забезпечити єдиний комплексний підхід, системність і послідовність при одержанні потрібного й достатнього обсягу знань і вмінь згідно з освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» з відповідної спеціальності. Оволодіння необхідним обсягом теоретичних і практичних знань з питань призначення, класифікації, влаштування, основних елементів, характеристик інженерних систем, джерел тепло-, газо-, водо-, електропостачання, методів очистки стічних вод, способів прокладання і послідовності розташування мереж в підземному просторі з ув'язкою з озелененням та благоустроєм. На практичних заняттях виконують трасування інженерних мереж і розташування інженерних споруд на генплані міста і в мікрорайоні, визначають витрати тепла, газу й води на побутові потреби населення. Оволодіння сучасними методами, формами організації, планування, управління і контролю в галузі майбутньої професії, формування професійних вмінь і навичок для прийняття самостійних рішень під час конкретної роботи в реальних умовах,

виховання потреби систематичного поновлення своїх знань та творчого їх застосування у практичній діяльності. Курс завершується заліком, який є підсумковим контролем надбаних теоретичних і практичних навиків з інженерної інфраструктури міст з урахуванням сучасних напрямків у містобудуванні.

1.2. Предмет дисципліни. Система й процес організації заходів з проектування і будівництва інженерного забезпечення міст і інженерних мереж.

1.3. У результаті вивчення дисципліни студент повинен

Знати Призначення систем теплопостачання, водопостачання, газопостачання, електропостачання і систем водовідведення. Класифікації інженерних мереж і споруд; джерела енергопостачання і вимоги до їх розташування; методи трасування інженерних мереж.

Вміти Використовуючи нормативно-технічні матеріали, згідно з завданням на проектування на генплані мікрорайону вирішувати питання водовідведення, теплопостачання, газопостачання, водопостачання, електропостачання; розміщення інженерних споруд і трасування інженерних мереж. Визначати витрати тепла, води та газу на побутові потреби населення.

2. ЗМІСТОВІ МОДУЛІ (ЗМ), ЛІТЕРАТУРА І КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ЗА ЗМ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Інженерна інфраструктура міст 2.5/90.

Таблиця 1 – Змістові модулі

№ теми	Зміст теми	Література	Контрольні запитання
1	2	3	4
ЗМ 1.1. Поняття технологічних процесів водопостачання і водовідведення. Джерела, інженерні споруди і методи трасування каналізаційних і водопровідних мереж			
Тема 1	Поняття енергопостачання міст. Поняття технологічних процесів. Загальні відомості про інженерне обладнання і споруди міст. Принципові схеми водовідведення і енергопостачання.	[3], с. 1-6; [4], с. 4	1. Яка роль інженерних мереж у структурі міста? 2. Назвіть перелік інженерного обладнання міст.
Тема 2	Система каналізації: призначення, принципові схеми каналізаційних мереж, очисні споруди, поняття про методи очищення побутових стоків, методи прокладання приймаючих і вбираючих каналізаційних мереж; елементи устрою каналізаційних мереж; розрахунок кількості зливових вод.	[1], с. 63-87; [2], с. 57-94; [3], с. 22-27	1. Призначення і види систем каналізації населених місць. 2. Схема водовідведення і методи очищення стічних вод. 3. Методи прокладки приймальних і збиральних каналізаційних мереж. 4. Як визначають витрати дощових вод?

1	2	3	4
Тема 3	Система водопостачання: призначення; джерела водопостачання; принципова схема водопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних мереж водопостачання; розрахунок витрат води на господарсько-питні потреби населення, комунальні потреби міста й на гасінняпожежі.	[1], с. 8-61; [2], с. 7-54; [3], с. 29-35	<ol style="list-style-type: none"> 1. Призначення систем водопостачання і їхніх джерел. 2. Методи прокладки розподільних мереж водопостачання. 3. Методи прокладки розвідних мереж водопостачання. 4. Як визначають витрати води на господарсько-питні потреби населення? 5. Як визначають витрати води на комунальні потреби міста? 6. Як визначають витрати води на гасіння пожежі?
ЗМ 1.2. Поняття технологічних процесів енергопостачання. Джерела, інженерні споруди і методи трасування теплових, газових й електричних мереж			
Тема 4	Система теплопостачання: призначення; джерела теплопостачання; принципова схема теплопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних теплових мереж; розташування ЦТП; розрахунок теплових навантажень споживачів на потреби опалення, вентиляції й гарячого водопостачання; визначення теплового навантаження ЦТП; гідравлічний розрахунок теплопроводів.	[1], с. 92-118; [2], с. 95-170; [3], с. 37-45; [4], с. 4-54; [5], с. 60-145	<ol style="list-style-type: none"> 1. Призначення систем централізованого теплопостачання і їх джерела. 2. Методи прокладки розподільних теплових мереж. 3. Методи прокладки розвідних теплових мереж. 4. Як роблять розрахунок витрат теплоти на потреби опалення житлових і громадських будинків? 5. Як виконують розрахунок витрат теплоти на потреби вентиляції громадських будинків? 6. Як роблять розрахунок витрат теплоти на потреби гарячого водопостачання? 7. Як визначають максимальне теплове навантаження на ЦТП? 8. Як визначають максимальне теплове навантаження ТЕЦ? 9. Яка мета гідравлічного розрахунку теплових мереж? 10. Як користуватися номограмою до гідравлічного розрахунку теплопроводів, ключ до номограми?
Тема 5	Система електропостачання: призначення; джерела електропостачання; принципова схема електропостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних електричних мереж; розташування ТП; визначення електричних навантажень.	[1], с. 152-175; [2], с. 172-203; [3], с. 47-58; [4], с. 171-187	<ol style="list-style-type: none"> 1. Призначення систем електропостачання і їхні джерела. 2. Методи прокладки розподільних електричних мереж. 3. Методи прокладки розвідних електричних мереж. 4. Як визначають розрахункові електричні навантаження житлових будинків?

1	2	3	4
Тема 6	Система газопостачання: призначення; джерела газопостачання; принципова схема газопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних газових мереж; розташування ГРП; розрахунок споживання газового палива на побутові потреби населення; гідравлічний розрахунок газопроводів низького тиску.	[1], с. 127-149; [2], с. 204-249; [3], с. 60-71; [4], с. 56-73; [5], с. 145-171	1. Призначення систем газопостачання і їхніх джерел. 2. Методи прокладки розподільних і розвідних газопроводів. 3. Яка мета гідравлічного розрахунку газових мереж? 4. Як користуватися номограмою гідравлічного розрахунку газопроводів середнього і високого тиску (ключ до номограми)? 5. Як користуватися номограмою гідравлічного розрахунку газопроводів низького тиску? 6. Як визначають річні й годинні витрати газу на побутові потреби?

3. ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль проводять за результатами тестування студентів після закінчення вивчення кожного змістового модулю, а також захисту контрольної роботи.

Підсумковий контроль – шляхом складання заліку.

4. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЗНАТЬ

«Відмінно» – виставляють за наступних умов:

1. Творчий підхід до засвоювання матеріалу, повнота і правильність виконання завдання.
2. Вміння застосовувати різні принципи і методи в конкретних ситуаціях.
3. Глибокий аналіз фактів та подій, спроможність прогнозування результатів від прийнятих рішень.
4. Чітке, послідовне викладання відповіді на папері.
5. Вміння пов'язати теорію і практику.

«Добре» – виставляють за наступних умов:

1. Мають місце деякі неprincipові помилки несуттєвого характеру у викладанні відповідей при повних знаннях програмного матеріалу.
2. Переважання логічних підходів перед творчими у відповідях на запитання.
3. Не завжди правильне прогнозування подій від прийнятих рішень.
4. Вміння пов'язати теорію з практикою.

«Задовільно» – виставляють за наступних умов:

1. Репродуктивний підхід до засвоювання та викладання матеріалу.
2. Недостатня повнота викладання матеріалу, але при обов'язковому виконанні (можливо з несуттєвими помилками) тих завдань, що пов'язані з розв'язанням практичних задач.

3. Неглибокі знання основного матеріалу, наявність великої кількості неточностей у викладанні матеріалу.
4. Нечітке викладання матеріалу на папері, порушення логічної послідовності при викладанні матеріалу.
5. Утруднення при практичному втіленні прийнятих рішень.

«Незадовільно» – виставляють за наступних умов:

1. Відсутність знань з більшої частини матеріалу, погане засвоєння принципів положень курсу.
2. Наявність грубих, принципів помилок при практичному виконанні отриманих завдань.
3. Невиконання або виконання з великими помилками тих завдань, що пов'язані з розв'язанням практичних задач.
4. Неграмотне і неправильне викладання відповідей на папері.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Основна література

1. Алексеев М.И., Дмитриев В.Д. и др. Городские инженерные сети и коллекторы. – Л.: Стройиздат, 1990. – 384 с.
2. Шульга М.О., Деркач І.Л., Алексахін О.О. Інженерне обладнання населених місць: Підручник. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 259 с.
3. Деркач І.Л. Міські інженерні мережі. – Харків: ХНАМГ, 2006.
4. Бережнов І.О., Шульга М.О. Улаштування і експлуатація теплових і газових мереж. – К.: НМК ВО, 1992. – 124 с.
5. Шульга М.О., Бережнов І.О. Енергопостачання міст. – К.: ІСДО, 1993. – 228 с.

2. Додаткові джерела

1. Дмитриев М.И. Городские инженерные сети. – М.: Стройиздат, 1988.
2. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Энергоиздат, 1982. – 360 с.
3. Ботук В.О., Федоров Н.Ф. канализационные сети. – М.: Стройиздат, 1974.
4. Абрамом Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982.
5. Ионин А.А. Теплоснабжение. – М.: Стройиздат, 1973.
6. Ионин А.А. Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 1989.
7. Кузнецов В.С. Электроосвещение и электроосвещение городов. Минск: Вышэйшая школа, 1989.
8. Жилые и общественные здания: Справочник / Под ред. Ю.А. Дыховичного – М.: Стройиздат, 1991 – 655 с.
9. Пешеходов Н. И. Проектирование теплоснабжения. – К.: Вища школа., 1982. – 328 с.
10. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. Союзводоканал-НИИпроект.
11. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Союзводоканал-НИИпроект.
12. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети. ВНИПИэнергопром.
13. ДБН В.2.5-16-99. Інженерне обладнання зовнішніх мереж. Визначення розмірів земельних ділянок для об'єктів електричних мереж. Укренергомережпроект.

3. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до самостійної роботи, практичних занять та виконання контрольних робіт з дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» (для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання професійного напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій», спеціальності 6.080101 «Геоінформаційні системи і технології»).

ДРУГА ЧАСТИНА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та виконання контрольних робіт з дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» (для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання професійного напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій», спеціальності «Геоінформаційні системи і технології»)

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Метою практичних занять є закріплення знань з дисципліни «Інженерна інфраструктура міст». Виконуючи завдання на практичних заняттях, студенти набувають досвід проектування інженерних систем міст, знайомляться з прийомами вибору економічно оптимального варіанту прокладання інженерних мереж.

ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ СИСТЕМ ВОДОВІДВЕДЕННЯ І ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

Система побутової каналізації

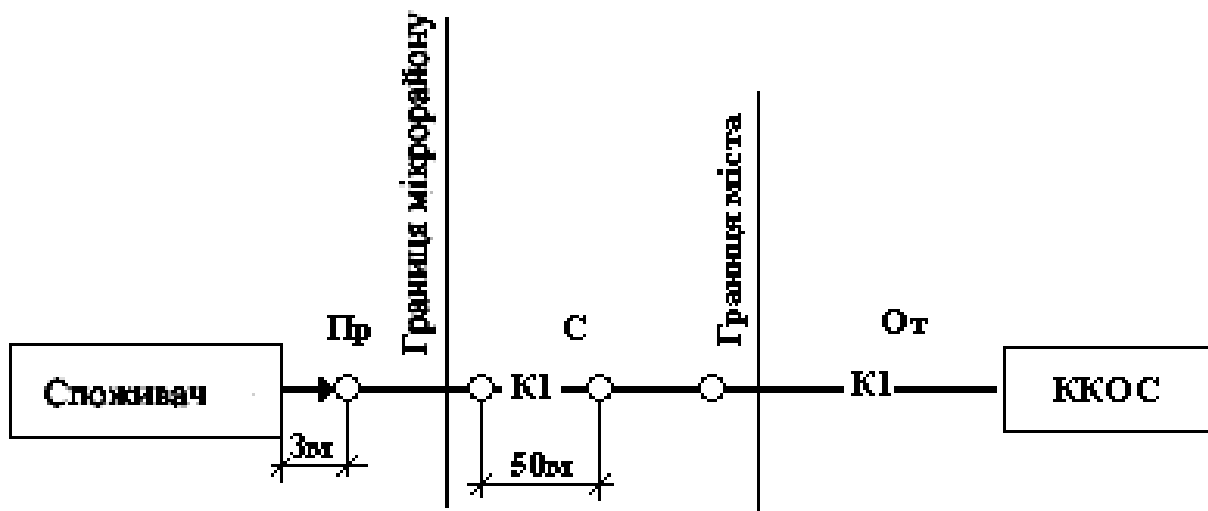


Рис. 1 – Принципова схема побутової каналізаційної системи:

- ККОС – комплекс каналізаційних очисних споруд;
- Пр – приймальні каналізаційні мережі;
- С – збиральні каналізаційні мережі;
- От – відвідні каналізаційні мережі;
- К1 – трубопроводи побутової каналізаційні мережі.

Система водопостачання

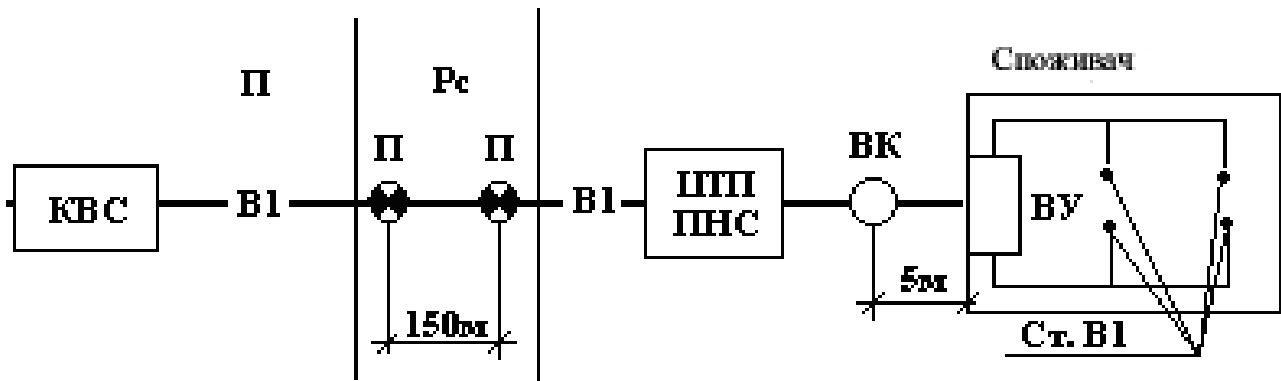


Рис. 2 – Принципова схема водопостачання:

- КВС – комплекс водопостачальних споруд;
- ЦТП – центральний тепловий пункт;
- ПНС – підвищувальна водопровідна насосна станція;
- ПГ – пожежний гідрант;
- П – магістральні водопостачальні мережі;
- Рс – розподільні водопостачальні мережі;
- Рз – розвідні водопостачальні мережі;
- ВУ – водомірний вузол;
- ВК – водопровідний колодязь;
- Ст.В1 – стояк внутрішньої системи холодного водопостачання;
- В1 – трубопроводи водопостачальної мережі.

Система централізованого теплопостачання

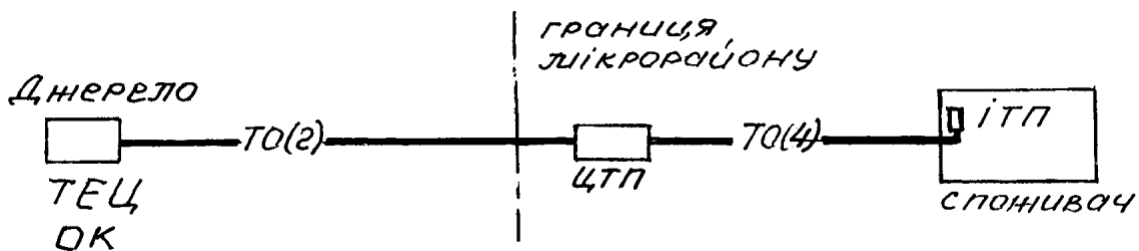


Рис. 3 – Принципова схема теплопостачання:

- ТЕЦ – теплоелектроцентрально;
- ОК – опалювальна котельня;
- ЦТП – центральний тепловий пункт;
- ІТП – індивідуальний тепловий пункт;
- ТО(2) – розподільна 2-хтрубна теплова мережа;
- ТО(4) – розвідна 4-хтрубна теплова мережа.

Система електропостачання

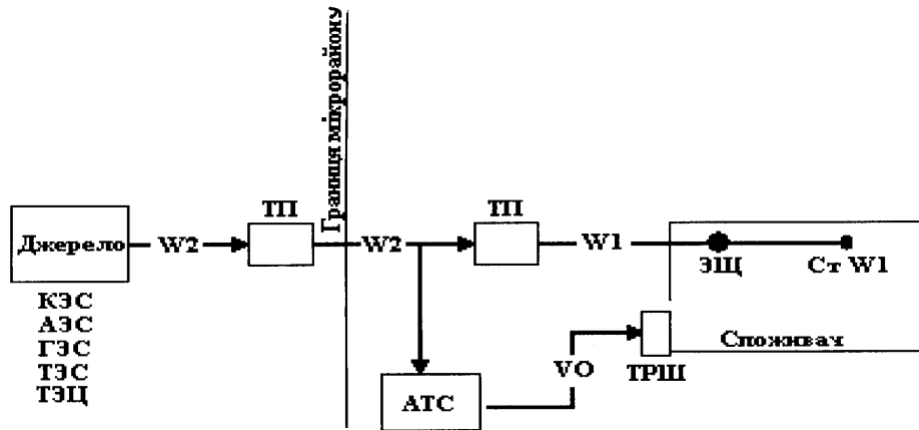


Рис. 4 – Принципова схема електропостачання:

- КЕС – конденсаційна електростанція;
- АЕС – атомна електростанція;
- ГЕС – гідроелектростанція;
- ТЕС – теплоелектростанція;
- ТЕЦ – теплоелектроцентрально;
- ТП – трансформаторна підстанція;
- АТС – автоматична телефонна станція;
- ТРШ – телефонна розподільна шафа;
- ЕЩ – електрощитові;
- Ст. W1 – стояк внутрішньої системи електропостачання;
- W1, W2 – силова кабельна мережа;
- VO – слабкострумна кабельна мережа.

Система газопостачання

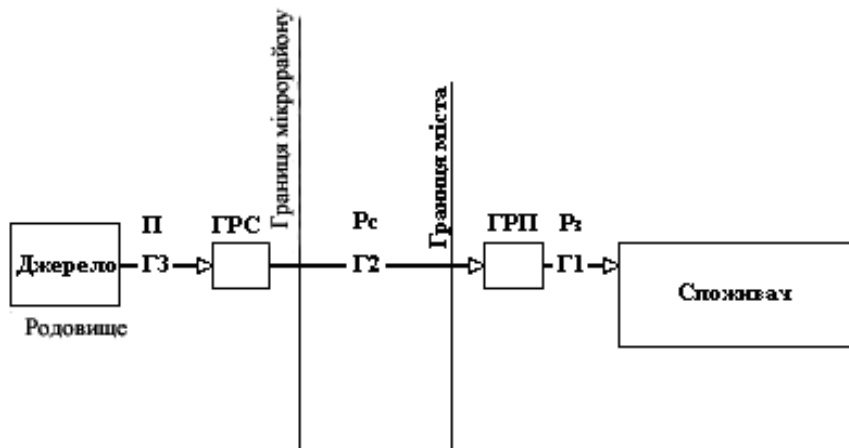


Рис. 5 – Принципова схема газопостачання:

- ГРС – газорозподільна станція;
- ГРП – газорегулюючий пункт;
- ГЗ – магістральний питаючий газопровід високого тиску (П);
- Г2 – розподільний (Рс) газопровід середнього тиску;
- Г1 – розвідний (Рз) газопровід низького тиску.

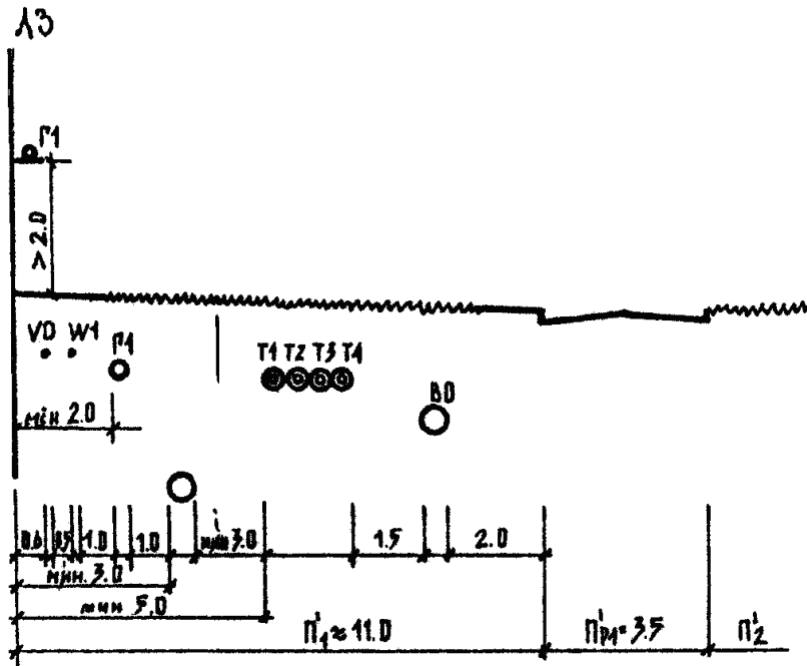


Рис. 7 – Розміщення розподільних мереж при роздільному прокладанні

Розміщення розподільних мереж у профілі території мікрорайону при роздільній системі прокладання показано на рис. 7.

Теплопроводи на території міст при роздільному підземному способі прокладання розміщують безканально і в непрохідних каналах.

На практиці будівництва і реконструкції магістральних та внутрішньо-квартальних інженерних комунікацій широко застосовують суміщене прокладання трубопроводів в одній траншеї. При цьому способі трубопроводи різного призначення (теплові мережі, газопроводи, водопроводи і самопливні мережі водостоків та каналізації) прокладають у технологічній смузі вулиць або всередині мікрорайонів паралельно один одному (рис. 8).

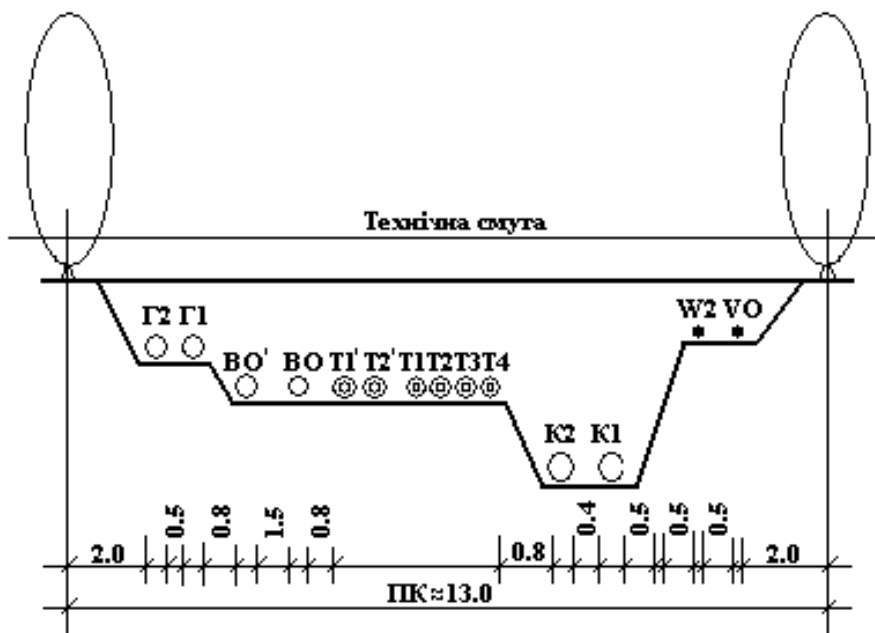


Рис. 8 – Поперечний переріз траншеї з трубопроводами

Суміщене прокладання інженерних комунікацій у вуличних (рис. 9) і внутрішньоквартальних прохідних збірних залізобетонних каналах (колекторах) (рис. 10) є прогресивним методом і набуває широкого застосування при забудові великих міст.

Порівняно з роздільним і суміщеним способами прокладання комунікацій безпосередньо в ґрунті прокладання у прохідних каналах має багато переваг.

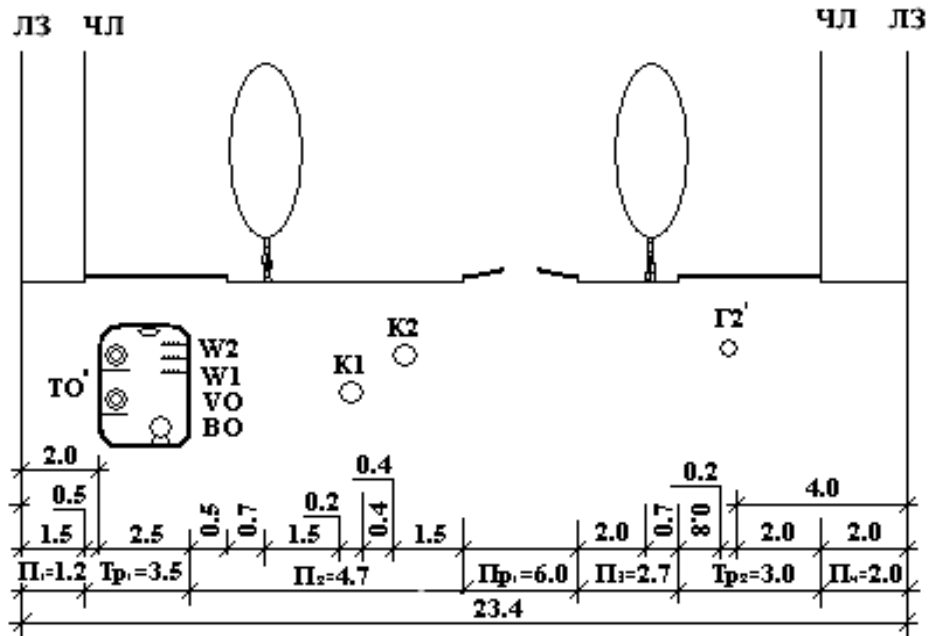


Рис. 9 – Розміщення магістральних мереж при суміщеному прокладанні у вуличному колекторі

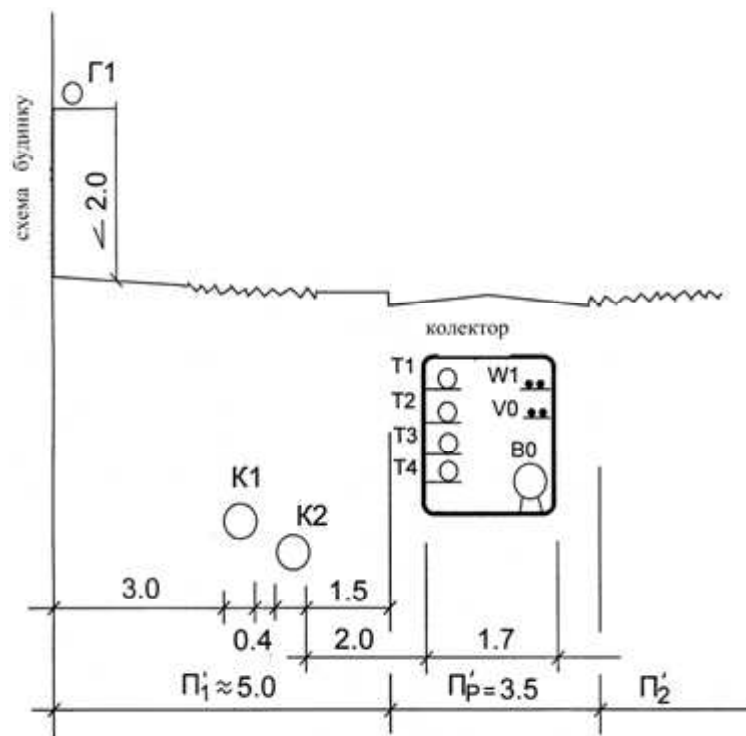


Рис. 10 – Розміщення розподільних мереж при суміщеному методі прокладання у внутрішньоквартальному колекторі

При суміщеному методі прокладання внутрішньоквартальних комунікацій у технічних підпіллях будівель (рис. 11) приміщення не можна захарашувати трубами; відстань між трубопроводами, що йдуть паралельно, повинна забезпечувати умови для контролю і ремонту.

Прокладання трубопроводів технічними підпіллями будівель дає змогу зменшити кількість теплових камер, знизити вартість будівництва та експлуатаційні витрати, зменшити кількість аварій, збільшити термін служби комунікацій.

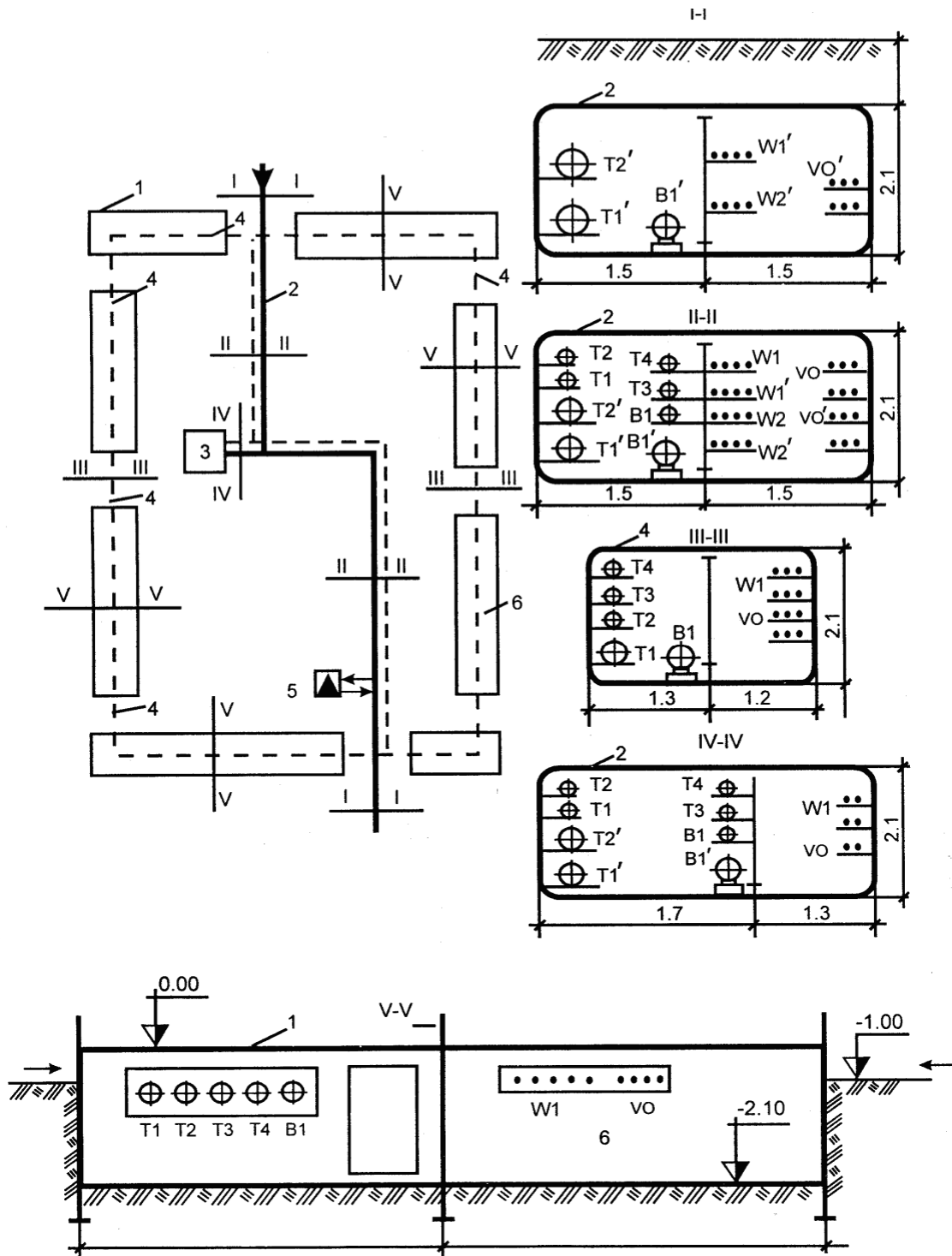


Рис. 11 – Розміщення інженерних мереж при суміщеному методі прокладання у колекторі й технічних підпіллях будівель

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Каналізаційні мережі

Мета практичних занять – закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови жилої групи запроектувати приймальні і збиральні каналізаційні мережі, визначити розрахункові витрати побутових стічних вод.

Збиральні каналізаційні мережі прокладають у розділовій смузі вулиць або, якщо дозволяють умови місцевості, в середині мікрорайону [5; 6; 9]. Приймальні мережі можуть мати бокові випуски від кожного під'їзду та один торцевий. При торцевому випуску не дозволяється прокладати в технічних підпіллях каналізаційні трубопроводи з транзитною видачею стічних вод. На всіх випусках на відстані 3 м. від будинку влаштовують оглядові збірні залізобетонні колодязі діаметром 1 м.

Приклад трасування збиральних і приймальних мереж побутової та дощової каналізації наведений на рис. 1.1.

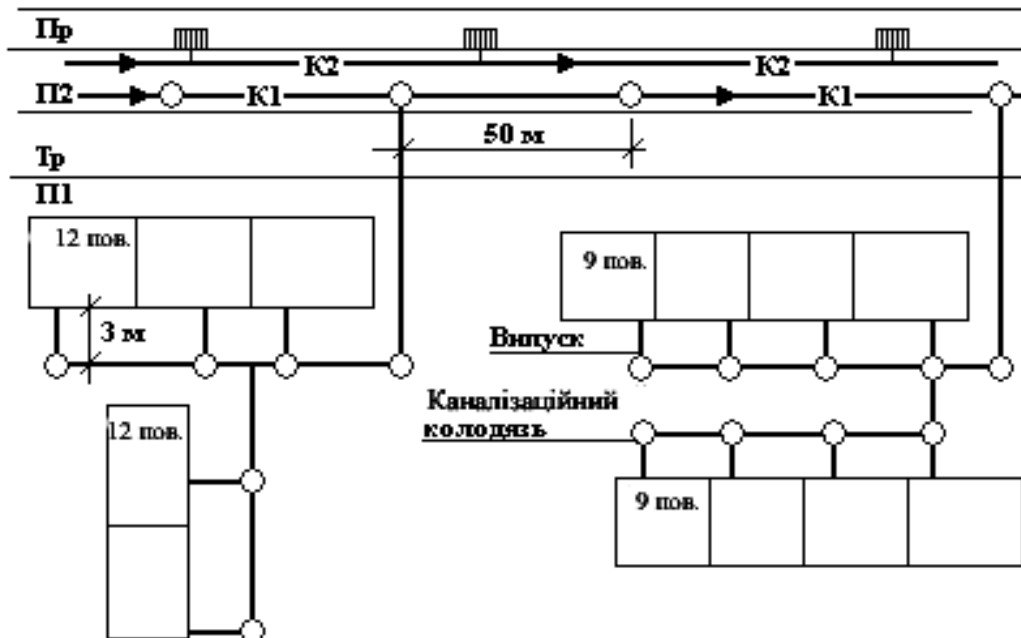


Рис. 1.1 – Схема приймальної побутової каналізаційної мережі

Визначення розрахункових витрат побутових стічних вод

Витрати побутових стічних вод залежать від кількості мешканців і норми водовідведення побутових вод. Витрата виробничих стічних вод залежить від кількості продукції і норми водовідведення.

Нормою водовідведення називається добова витрата стічних вод на 1 мешканця, який використовує каналізацію, або на одиницю продукції, що випускається підприємством. Норма водовідведення дорівнює нормі водоспоживання. Стічні води надходять до мережі нерівномірно і в окремі дні і в окремі години доби. Нерівномірність їх надходження характеризується ступінчастим графіком, який аналогічний графіку водоспоживання.

Для обчислення розрахункових витрат замість коефіцієнтів добової нерівномірності $K_{\text{доб.}}$ і годинної нерівномірності $K_{\text{год.}}$ використовують загальний коефіцієнт нерівномірності:

$$K_{\text{заг.}} = K_{\text{доб.}} \times K_{\text{год.}} \quad (1.1)$$

Загальний коефіцієнт нерівномірності побутових стічних вод залежить від їх середньої секундної витрати:

Таблиця 1.1 – Загальний коефіцієнт нерівномірності побутових стічних вод

Середня витрата, л/с	5	15	30	50	100	200	800
$K_{\text{заг.}}$	3	2,5	2	1,8	1,6	1,4	1,2

Середньодобова витрата, $\text{м}^3/\text{доб.}$, визначається за формулою

$$Q_{\text{сер.доб.}} = \frac{q_{\text{п}} \times N}{1000}, \quad (1.2)$$

де $q_{\text{п}}$ – питома водовідведення від одного мешканця на добу, л/чол., залежить від благоустрою житла, кліматичних умов;

N – розрахункова кількість мешканців.

Середня секундна витрата, л/с, визначається за формулою

$$q_{\text{сер.сек.}} = \frac{q_{\text{п}} \times N}{24 \times 3600}. \quad (1.3)$$

Каналізаційну мережу розраховують на пропуск максимальної секундної витрати за формулою

$$Q_{\text{макс.сек.}} = q_{\text{сер.сек.}} \times K_{\text{заг.}} \quad (1.4)$$

Приклад 1.1. Визначити витрати стічних вод від населення і виробничих стічних вод. Вихідні дані – загальна площа забудови 252,2 га. Щільність населення на розрахунковий період – 295 чол./га.

Розрахункове населення міста:

$$N = P \times F = 295 \times 252,2 = 74399,$$

де P – щільність населення, чол./га;

F – площа території міста, га (визначається за генпланом).

Приймаємо розрахункове населення 74400 чол.

Якщо по трубопроводу транспортується тільки сток від населення міста, то розрахункова витрата визначається за формулою 1.4

$$Q_{\text{макс.сек.}} = q_{\text{сер.сек.}} \times K_{\text{заг.}},$$

де $q_{\text{сер.сек.}}$ – секундна витрата води, л/с;

$K_{\text{заг.}}$ – загальний коефіцієнт нерівномірності притоку стічних вод, приймають за табл. 1.1, залежно від середньосекундної витрати.

Якщо по трубопроводу транспортуються стічні води від населення міста і промислових підприємств, то розрахункова витрата визначається за формулою

$$Q = Q_{\text{макс.сек.}} + Q_{\text{п.п.}}$$

де $Q_{\text{п.п.}}$ – витрата від промислових підприємств, л/с.

Витрата стічних вод від населення.

Середньодобова витрата, м³/доб., визначається за формулою при $q_d = 200$ л/чол.

$$Q_{\text{сер.доб.}} = \frac{q_d \times N}{1000} = (200 \times 74400)/1000 = 14880.$$

Середня секундна витрата, л/с, визначається за формулою

$$q_{\text{сер.сек.}} = \frac{q_d \times N}{24 \times 3600} = (200 \times 74400)/(24 \times 3600) = 172,22.$$

Питоме водовідведення дорівнює питомому водоспоживанню, залежить від благоустрою житла, кліматичних умов.

Каналізаційну мережу розраховують на пропуск максимальної секундної витрати:

$$Q_{\text{макс.сек.}} = q_{\text{сер.сек.}} \times K_{\text{заг.}} = 172,22 \times 1,46 = 251,4,$$

де $K_{\text{заг.}}$ – загальний коефіцієнт нерівномірності притоку стічних вод, приймають за табл. 1.1, залежно від середньосекундної витрати. У нашому прикладі $K_{\text{заг.}} = 1,46$.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ № 2

Водопровідні мережі і ПНУ

Мета практичних занять – закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови жилої групи запроектувати водопровідні мережі.

При роздільній прокладці розподільні колодязі водопровідної мережі прокладають у роздільній смужі вулиці на відстані max 2,5 м від проїзної частини (рис. 2.1). Таке розташування водопровідної мережі робить можливим підключення пожежних машин до гідрантів. При неможливості прокладки водопровідної мережі на відстані, вказаному вище, влаштовують спеціальні пожежні колодязі, до яких підводиться вода від основної мережі. Відстань між двома сусідніми пожежними гідрантами не повинна перевищувати 150 м. Якщо гідранти розміщують в колекторах або «зчіпках», то забезпечують під'їзди машин до них.

У загальноміському колекторі дозволяється розміщувати водопровідні лінії діаметром до 500 мм, а в мікрорайонних колекторах, технічних підпіллях і «зчіпках» – до 250 мм.

Спорудження у мікрорайоні висотних будинків (понад 9 поверхів) потребує влаштування підвищувальної насосної установки (ПНУ). Ця установка забезпечує підвищення напору води для висотних будинків. Устаткування ПНУ, як правило, розміщують у будівлі центрального теплового пункту (ЦТП). У мікрорайоні допускається двозонне водопостачання. П'яти- і дев'ятиповерхові будинки забезпечуються водою з міської мережі (1 зона), а будинки, що мають більше 9 поверхів, отримують воду з більшим напором від ПНУ з мікрорайонної мережі (2 зона). На вводі водопроводу в технічні підвали будинків влаштовують водомірний вузол. При прокладці розвідних водопровідних ліній, по технічних підпіллях та прохідних «зчіпках», водоміри встановлюють на кожному стояку. Можливе встановлення водомірів у кожній квартирі. Стояки водопроводу прокладають у нішах або відкрито у санітарних вузлах або ванних кімнатах.

Приклади трасування водогінних мереж наведені на рис. 2.1-2.4.

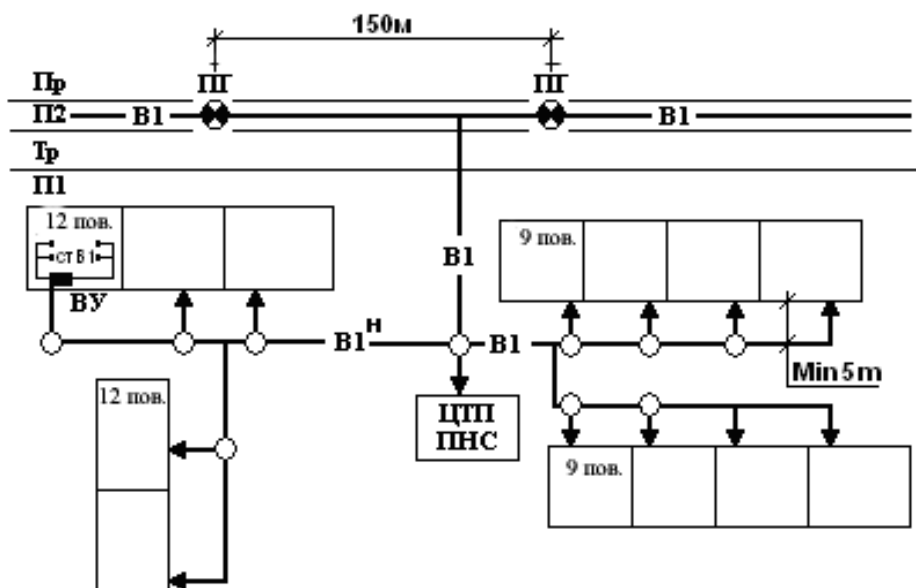


Рис. 2.1 – Роздільний метод прокладання водогінних мереж

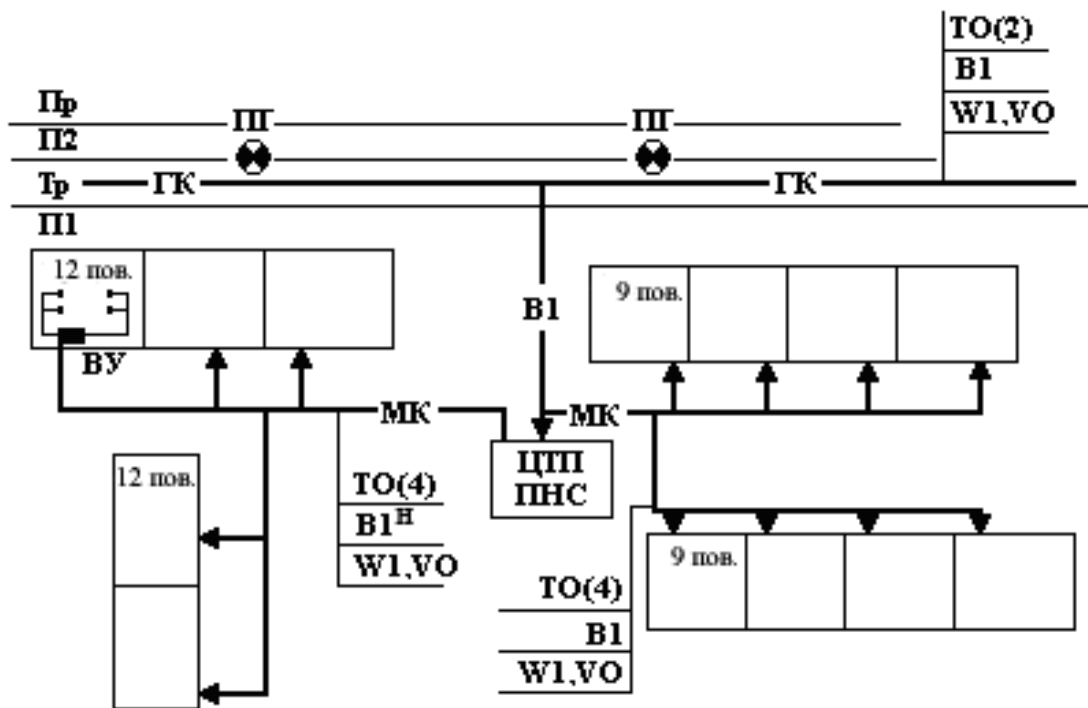


Рис. 2.2 – Суміщений метод прокладання водогінних мереж у ГК і МК

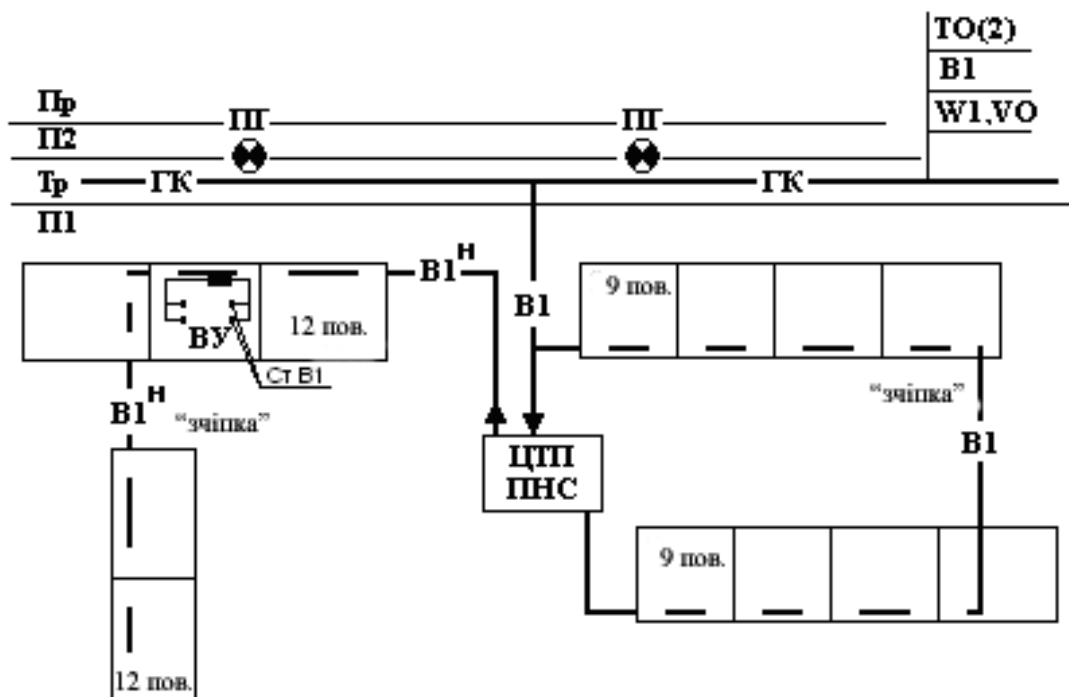


Рис. 2.3 – Суміщений метод прокладання в ГК і по технічних підпіллях і «зчіпках»

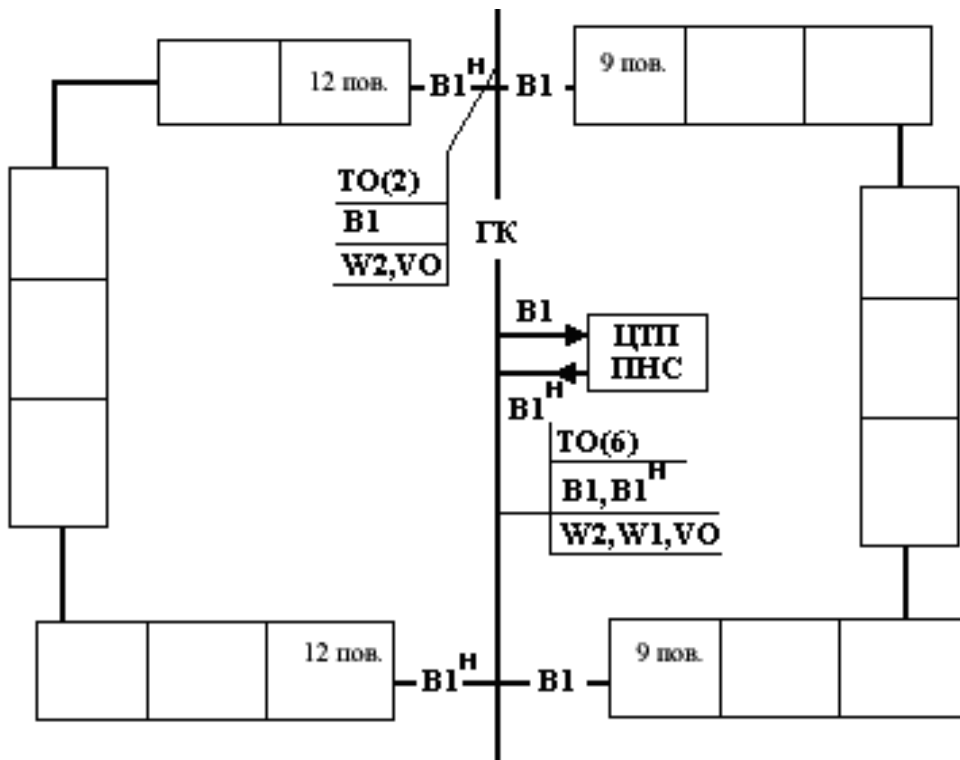


Рис. 2.4 – Суміщений метод прокладання в ГК, що проходить по території мікрорайону

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Визначення витрати води на господарсько-питні потреби населення району міста, на комунальні потреби міста, на гасіння пожежі

Мета практичних занять – закріпити лекційний і додатковий матеріал: визначити розрахункові витрати води на господарсько-питні потреби населення району міста, на комунальні потреби міста, на гасіння пожежі.

Визначення витрати води на господарсько-питні потреби населення району міста

Розрахункова (середня за рік) витрата води на господарсько-питні потреби населення визначається залежно від розрахункової кількості мешканців та норм водоспоживання, м³/с:

$$Q_{\text{доб.ср.}} = \frac{q_{\text{ж}} \times N}{1000}, \quad (3.1)$$

де $q_{\text{ж}}$ – питоме водоспоживання (залежить від ступеня благоустрою будівлі);
 N – розрахункова кількість мешканців у районі житлової забудови, чол.

Розрахункова витрата найбільшого водоспоживання на добу, м³/добу:

$$Q_{\text{доб.мах}} = K_{\text{доб.мах}} \times Q_{\text{доб.ср.}}, \quad (3.2)$$

де $K_{\text{доб.мах}}$ – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання, який враховує спосіб життя населення, режим роботи підприємств, ступінь благоустрою будівель, приймають рівним 1,1-1,3.

Розрахункова годинна витрата найбільшого водоспоживання, м³/год.:

$$Q_{\text{год.мах}} = \frac{K_{\text{год.мах}} \times Q_{\text{доб.мах}}}{24}, \quad (3.3)$$

де $K_{\text{год.мах}}$ - коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання:

$$K_{\text{год.мах}} = \alpha_{\text{мах}} \times \beta_{\text{мах}}, \quad (3.4)$$

де $\alpha_{\text{мах}}$ – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будівель та інші місцеві умови, приймають рівним 1,2-1,4;

$\beta_{\text{мах}}$ – коефіцієнт, що враховує кількість мешканців у населеному пункті (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Значення коефіцієнта $\beta_{\text{мах}}$

Кількість мешканців, тис. чол.	Коефіцієнт $\beta_{\text{мах}}$
1	2
1,5	1,8
2,5	1,6
4	1,5
6	1,4
10	1,3
20	1,2
50	1,15
100	1,1
300	1,05
1000 і більше	1

Розрахункова секундна витрата, л/с,

$$Q_{\text{сек.}} = \frac{Q_{\text{год. max}}}{3,6} \quad (3.5)$$

Визначення витрати води на комунальні потреби міста

Розрахункова секундна витрата на поливку

$$Q_{\text{пол.}} = \frac{1000 \times (F_{\text{зел.}} q_{\text{зел.}} + F_{\text{тер.}} q_{\text{тер.}}) \times n \times K}{86400}, \quad (3.6)$$

де $F_{\text{зел.}}$ – площа зелених насаджень, га;

$q_{\text{зел.}}$ – норма витрати води на одну поливку, л/м²;

$F_{\text{тер.}}$ – площа удосконалених покриттів проїздів і майданів, га;

$q_{\text{тер.}}$ – норма витрати води на одну поливку покриттів майданів, проїздів, л/м²;

n – кількість поливів на добу;

K – коефіцієнт нерівномірності, приймають рівним для великих міст – 2, для малих і середніх – 4.

Умовно можна прийняти такий поділ міст за кількістю населення, тис. чол.:

- маленькі міста – 20-50;
- середні – 50-100;
- великі – 100-500;
- крупні – більше 500.

Витрату води на полив удосконалених покриттів, проїздів, тротуарів, майданів населеного пункту, територій підприємств і зелених насаджень визначають за табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Витрата води на полив

Найменування процесу	Одиниця вимірювання	Витрата води на поливку, л/м ²
1. Механізована мийка удосконалених покриттів проїздів і майданів	1 мийка	1,2-1,5
2. Механізована поливка удосконалених покриттів проїздів і майданів	1 поливка	0,3-0,4
3. Поливка вручну (із шлангів) удосконалених покриттів тротуарів і проїздів	Те саме	0,4-0,5
4. Поливка міських зелених насаджень	1 поливка	3-4
5. Поливка газонів та квітників	Те саме	4-6

Визначення витрати води на гасіння пожежі

Витрати води, л/с, на гасіння пожежі для населеного пункту визначають, виходячи з кількості населення і характеру забудови:

$$Q_{\text{пож.}} = q_{\text{пож.}} \times n + q'_{\text{пож.}} \quad (3.7)$$

Тривалість пожежі в населених місцях і на підприємствах умовно дорівнює трьом годинам. Тому повна витрата на погашення пожежі визначається за формулою

$$Q_{\text{пож.}} = 10,8(q_{\text{пож.}} \times n + q'_{\text{пож.}}), \quad (3.8)$$

де $q_{\text{пож.}}$ – розрахункова витрата води на гасіння однієї зовнішньої пожежі, приймають за табл. 4.3;

n – кількість одночасних пожеж (табл. 4.3);

$q'_{\text{пож.}}$ – розрахункова витрата води на внутрішнє гасіння пожежі, приймають рівною 10 л/с.

Таблиця 3.3 – Витрата води на гасіння пожежі

Кількість мешканців у населеному пункті, тис. чол.	Розрахункова кількість одночасних пожеж	Витрата води на зовнішнє гасіння пожежі в населених пунктах, л/с	
		Забудова спорудами висотою до двох поверхів включно незалежно від їх ступеня вогнестійкості	Забудова спорудами висотою три поверхи та вище незалежно від ступеня їх вогнестійкості
5	1	10	10
10	1	10	15
25	2	10	15
50	2	20	25

Приклад 3.1. Визначити витрати води на господарсько-питні потреби населення міста, на комунальні потреби міста та на гасіння пожеж при загальній площі забудови 252,2 га. Щільність населення на розрахунковий період – 295 чол./га.

У населеному пункті воду витрачають на господарсько-питні потреби населення (Q_1), комунальні потреби (Q_2), гасіння пожеж (Q_3), на потреби промислових підприємств (Q_4):

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$

Розрахункове населення міста:

$$N = P \times F = 295 \times 252,2 = 74399,$$

де P – щільність населення, чол./га;

F – площа території міста, га (визначають за генпланом).

Приймаємо розрахункове населення 74400 чол.

Визначення витрати води на господарсько-питні потреби населення районів міста (Q_1).

Добова витрата води на господарсько-питні потреби населення залежить від розрахункової кількості мешканців і норм водоспоживання. Знаходимо за (3.1):

$$(200 \times 74400)/1000 = 14880 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Протягом року витрата води змінюється залежно від сезону і днів тижня. Водопровід розраховують на максимальну добову витрату (3.2):

$$1,1 \times 14880 = 16368 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При визначенні максимальної годинної витрати необхідно знайти значення коефіцієнта годинної нерівномірності із залежності (3.3; 3.4) і табл. 3.1. Приймаємо $\alpha = 1,2$, $\beta = 1,12$.

$$K_{\text{год.макс}} = \alpha_{\text{макс}} \times \beta_{\text{макс}} = 1,2 \times 1,12 = 1,344;$$

$$Q_{\text{год.макс}} = (16368 \times 1,344)/24 = 916,608 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Розрахункову секундну витрату води на господарсько-питні потреби, л/с, визначають за (3.5):

$$Q_{\text{сек.макс}} = \frac{Q_{\text{год.макс}}}{3,6} = 916,608/3,6 = 254,6 \text{ л/с}.$$

Визначення витрати води на комунальні потреби міста (Q_2).

До комунальних потреб міста відносять полив зелених насаджень і механізовану мийку удосконалених покриттів проїздів. При відсутності даних про площі за видами благоустрою витрату води можна визначити, виходячи з норми 50-90 л стоку на одного мешканця, або для територій – 0,5 л/м²; майданів, проїздів і зелених насаджень – 4 л/м², як показано у формулі (3.6). Витрату води на полив удосконалених покриттів, проїздів, тротуарів, майданів населеного пункту, територій підприємств і зелених насаджень визначають за табл. 3.2.

Добову витрату води на полив знаходять з розрахунку 70 л на одного мешканця:

$$Q_{\text{пол.}} = 74400 \times 70/1000 = 5208 \text{ м}^3/\text{доб}.$$

Визначення витрат води на гасіння пожежі (Q_3).

Витрати води, л/с, на гасіння пожежі для населеного пункту визначають, виходячи з кількості населення й характеру забудови за формулою (3.7):

$$Q_{\text{пож.}} = q_{\text{пож.}} \times n + q'_{\text{пож.}} = (30 \times 20) + 10 = 70 \text{ л/с}.$$

де $q_{\text{пож.}}$ – розрахункова витрата води на гасіння однієї зовнішньої пожежі, приймають за табл. 3.3;

n – кількість одночасних пожеж (табл. 3.3);

$q'_{\text{пож.}}$ – розрахункова витрата води на внутрішнє гасіння пожежі, приймають рівною 10 л/с.

Витрати води на потреби промислових підприємств (Q_4) – не враховують.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ № 4

Теплові мережі і ЦТП

Мета практичних занять – закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови жилої групи запроектувати теплові мережі та розташувати ЦТП.

Джерелом теплоти в мікрорайоні є центральний тепловий пункт (ЦТП), що отримує воду з температурою $t_n = 130 - 150 \text{ }^\circ\text{C}$ від ТЕЦ або районної котельні [1; 4; 6-9]. У будинку за допомогою водопідігрівачів відбувається приготування гарячої води ($t_{гв} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$) для господарських потреб. Крім того, ЦТП здійснює розподіл теплоносія із $t_n = 130 - 150 \text{ }^\circ\text{C}$ по індивідуальних теплових пунктах (ІТП), розміщених у технічних підпіллях будинків, а також виконує ряд інших допоміжних функцій. В ІТП температура теплоносія знижується до $t_n = 95 - 105 \text{ }^\circ\text{C}$, після чого гаряча вода надходить до системи опалення будинків. Розміри ЦТП визначають залежно від теплової потужності. Розподільчі мережі, що забезпечують подачу теплоносія до ЦТП, і мережі, що розводять теплоносій від ЦТП до ІТП будинків мікрорайону, можуть прокладатися безканально, у непрохідних каналах, колекторах, технічних підпіллях будинків та «зчіпках».

Приклади трасування теплових мереж наведені на рис. 4.1-4.3:

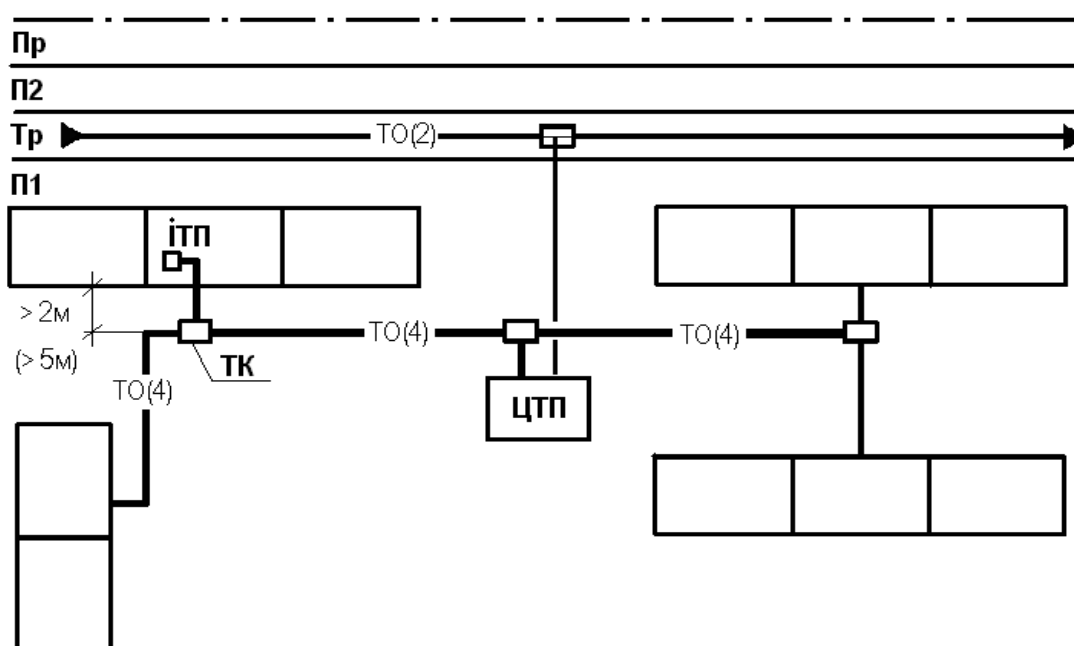


Рис. 4.1 – Роздільний метод прокладки теплових мереж

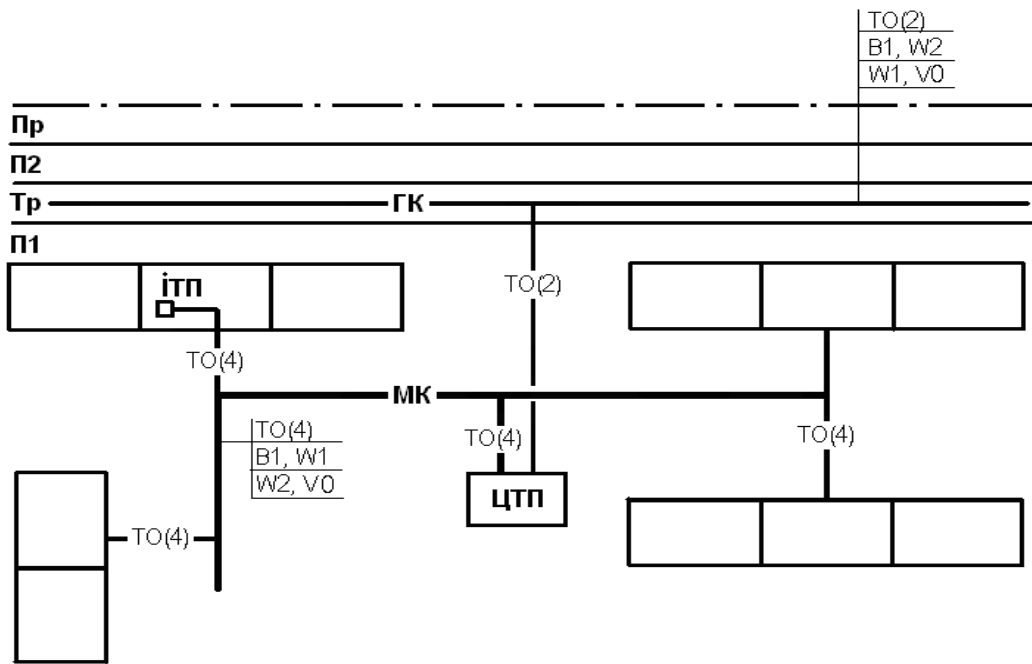


Рис. 4.2 – Суміщений метод прокладки теплових мереж
 P_c – ГК, P_3 – МК

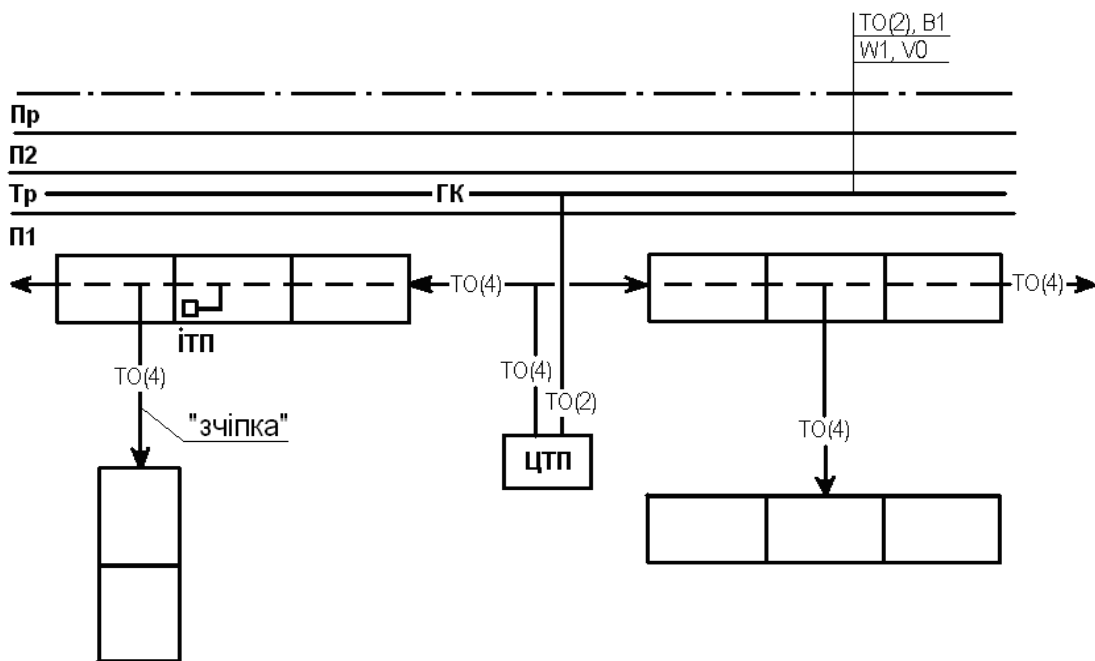


Рис. 4.3 – Суміщений метод прокладки теплових мереж
 P_c – ГК, P_3 – технічні підпілля і «зчіпки»

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

Розрахунок витрат теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання

Мета практичних занять – закріпити лекційний і додатковий матеріал: визначити розрахункові витрати теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання.

Розрахунок витрат теплоти на потреби тепlopостачання міста виконують за укрупненими показниками залежно від чисельності населення і житлової площі.

Максимальні витрати теплової енергії на опалення житлових і громадських будинків

$$Q_o = Q_o^{\text{ж}} + Q_o^{\text{гп}} = Q_o^{\text{ж}} \times \left(1 + \frac{Q_o^{\text{гп}}}{Q_o^{\text{ж}}} \right) = Q_o^{\text{ж}} \times (1 + K_1), \text{ Вт}, \quad (5.1)$$

де $Q_o^{\text{ж}}$ – витрати теплоти на опалення житлових будинків;

$Q_o^{\text{гп}}$ – те саме громадських будинків;

$K_1 = \frac{Q_o^{\text{гп}}}{Q_o^{\text{ж}}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати теплоти на опалення громадських будинків (приймається $K_1 = 0,25$).

$$Q_o^{\text{ж}} = q_0 \times A, \text{ Вт}, \quad (5.2)$$

де q_0 – укрупнений показник максимальної годинної витрати теплоти на опалення житлових будинків (обирають залежно від розрахункової температури зовнішнього повітря (див. додатки 1, 2)), Вт/м²;

A – житлова площа будинків мікрорайону, що визначається залежно від площі забудови мікрорайону F (обчислюють за генпланом з урахуванням масштабу) та щільності житлового фонду a (додаток 3) за формулою

$$A = F \times a, \text{ м}^2. \quad (5.3)$$

Максимальні витрати теплової енергії на вентиляцію житлових громадських будинків

$$Q_v = q_0 \times A \times K_1 \times K_2, \quad (5.4)$$

де $K_2 = 0,6$ – коефіцієнт, що враховує витрати теплоти на вентиляцію громадських будинків.

Середній тепловий потік на гаряче водопостачання

$$O_{г.,ср} = [1,2 \times m \times (a + b)(t_r - t_x) \times c] / (24 \times 3600), \quad (5.5)$$

де a – норма витрат гарячої води одним мешканцем за добу (додаток 4);

b – норма витрат гарячої води для громадських споруд (приймається 25 л води за добу на 1 людину);

$t_r = 55$ °С – температура гарячої води;

$t_x = 5$ °С – температура холодної води;

$C = 4187$ Дж/(кг °С) – питома теплоємність води;

m – кількість жителів у мікрорайоні

$$m = A/f_n, \quad (5.6)$$

де f_n – норма житлової площі на 1 людину (приймається $21 \text{ м}^2/\text{люд.}$).

Максимальні витрати теплової енергії на гаряче водопостачання

$$Q_r = 2,4 \times Q_{r, \text{cp}}, \text{ Вт.} \quad (5.7)$$

Теплове навантаження на ЦТП визначається як сума всіх видів споживання теплоти у мікрорайоні за формулою

$$Q_{\text{ЦТП}} = Q_o + Q_b + Q_r. \quad (5.8)$$

Максимальне навантаження на один ЦТП не повинне перевищувати 26 МВт ($26 \times 10^6 \text{ Вт}$). Якщо має місце таке перевищення, у мікрорайоні необхідно розміщувати декілька ЦТП.

Теплове навантаження ТЕЦ дорівнює сумі теплових навантажень ЦТП мікрорайонів, які приєднані до джерела тепlopостачання за допомогою теплових мереж

$$Q_{\text{ТЕЦ}} = \sum_{i=1}^n (Q_{\text{ЦТВ}}). \quad (5.9)$$

Результати розрахунків зводять до таблиці за формою

Таблиця 5.1 – Розрахунок теплових навантажень для мікрорайонів

№	F, га	A, м ²	m, людини	Q _o , Вт	Q _b , Вт	Q _r , Вт	Q _{ЦТП} , Вт
1							
2							
і т.д.							

Приклад 5.1. Порівняти варіанти виконання теплової мережі, по якій здійснюється тепlopостачання міста (розрахункова схема наведена на рис. 6.1). Для першого варіанта вибір діаметрів головної магістралі теплотраси здійснювати при умові, щоб питомі втрати тиску на ділянках не перевищували $i \leq 5 \text{ мм вод. ст./м}$, для другого $5 < i < 8 \text{ мм вод. ст./м}$, для третього $i > 10 \text{ мм вод. ст./м}$. Розрахунки виконати при нормі житлової площі 18 м^2 на одну людину; нормі витрати гарячої води на одного споживача у житлових будинках $a = 115 \text{ л/добу}$, у громадських спорудах – $b = 25 \text{ л/добу}$; нормі витрати теплоти на опалення житлових будинків $q_0 = 84 \text{ Вт/м}^2$. Коефіцієнти, що враховують теплові потоки на опалення і вентиляцію громадських будинків дорівнюють $k_1 = 0,25$; $k_2 = 0,4$. Щільність забудови мікрорайонів прийняти рівною $d = 3500 \text{ м}^2/\text{га}$.

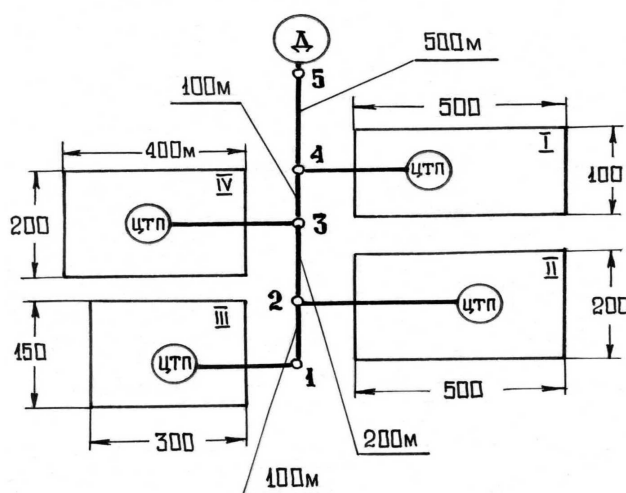


Рис. 5.1 – Розрахункова схема теплопостачання міста (до прикладу 6.1):
I...IV – номери мікрорайонів; Д – джерело теплопостачання; ЦТП – центральний тепловий пункт

Розв'язання

1. Площа території мікрорайону № 1

$$A = 500 \times 100 = 50000 \text{ м}^2 = 5 \text{ га.}$$

2. Житлова площа будинків мікрорайону

$$A_1 = F_1 d = 5 \times 3500 \text{ м}^2.$$

3. Тепловий потік на опалення будівель першого мікрорайону

$$Q_{o,\max} = q_0 A_1 (1 + K_1) = 84 \times 17500 (1 + 0,25) \text{ Вт.}$$

4. Тепловий потік на вентиляцію будівель

$$Q_{v,\max} = q_0 A_1 K_1 K_2 84 \times 17500 \times 0,25 \times 0,4 = 0,147 \times 10^6 \text{ Вт.}$$

5. Кількість мешканців першого мікрорайону

$$m_1 = A_1 / 18 = 17500 / 18 = 972 \text{ люд.}$$

6. Тепловий потік для потреб гарячого водопостачання

$$Q_{h,\max} = \frac{2,4m(a+b)(t_r - t_x)c}{24 \times 3600} = \frac{2,4 \times 972(115 + 25)(55 - 5)4187}{24 \times 3600} = 0,79 \times 10^6 \text{ Вт,}$$

де $t_r = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура гарячої води;

$t_x = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ – температура холодної води;

$c = 4187 \text{ Дж/кг} \times \text{ }^\circ\text{C}$ – питома теплоємність води.

7. Сумарне теплове навантаження мікрорайону

$$Q_1 = Q_{o,\max} + Q_{v,\max} + Q_{h,\max} = (1,84 + 0,147 + 0,79) \times 10^6 = 2,77 \times 10^6 \text{ Вт.}$$

Аналогічно визначаємо теплове навантаження інших мікрорайонів. Результати розрахунків наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Показники теплоспоживання мікрорайонів міста

№ м/р	F, га	A, м ²	Q _{o,max} × 10 ⁶ Вт	Q _{v,max} × 10 ⁶ Вт	m, чол.	Q _{h,max} × 10 ⁶ Вт	Q × 10 ⁶ Вт
1	5	17500	1,84	0,147	972	0,79	2,77
2	10	35000	3,675	0,294	1944	1,58	5,55
3	8	28000	2,94	0,235	1555	1,26	4,44
4	4,5	15750	1,65	0,13	875	0,71	2,49

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ № 6

Кабельні електричні мережі і ТП

Мета практичних занять – закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови жилої групи запроєктувати електричні мережі та розташувати ТП, визначити витрати електричної енергії.

У системах електропостачання міст найбільшого поширення набуло прокладення кабелів у траншеях. Можливе прокладання кабелів у азбестоцементних та бетонних трубах. Конструкція кабелів залежить від призначення та напруги електролінії. Струмоведачі жили кабелю виконують з алюмінію та міді.

У прохідних каналах кабелі прокладають без броні, що знижує вартість електроліній, поліпшує їх профілактику і ремонт. Кабельні лінії розміщують на відстані не менше 2 м від стовбурів дерев та 0,6 м від фундаменту будинків.

Трансформаторні підстанції призначені для приймання, зміни рівня напруги та розподілу електричної енергії. Зниження напруги виконують трансформатори. У мікрорайонах рекомендуються закриті ТП, які можуть бути включені в громадські будинки або прибудовані до них, а також виконуватись у вигляді окремих будинків за типовими кресленнями.

Окремі ТП повинні виконуватись із збірних залізобетонних елементів промислового виготовлення. Розташовуються вони на відстані 10 м від будинків, електропостачання яких здійснюється від розподільних щитів, розташованих у сходових клітках.

Розвідні телефонні мережі ВО від ТРШ прокладають транзитом через технічні підпілля будівель і прохідні «зчіпки» сумісно з розвідними водопроводами, тепловими і електричними мережами. При роздільному методі прокладання телефонні лінії розташовуються на відстані не менше 0,6 м від будівлі. Вводи виконують у сходові клітки будинку.

ТРШ розташовують на зовнішніх стінах будівель або в сходових клітках.

Приклади трасування електричних мереж наведені на рис. 6.1-6.6.

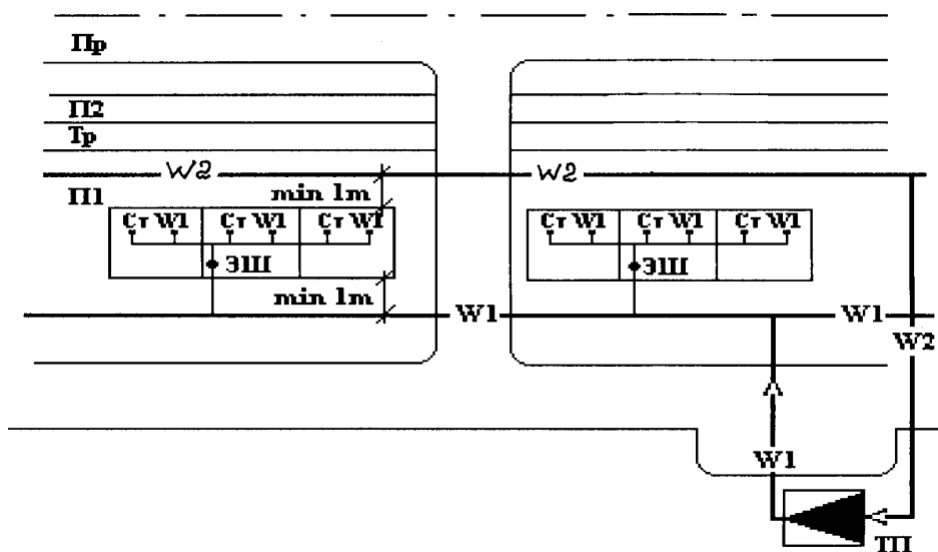


Рис 6.1 – Роздільний метод прокладання силових розподільних і розвідних електричних мереж

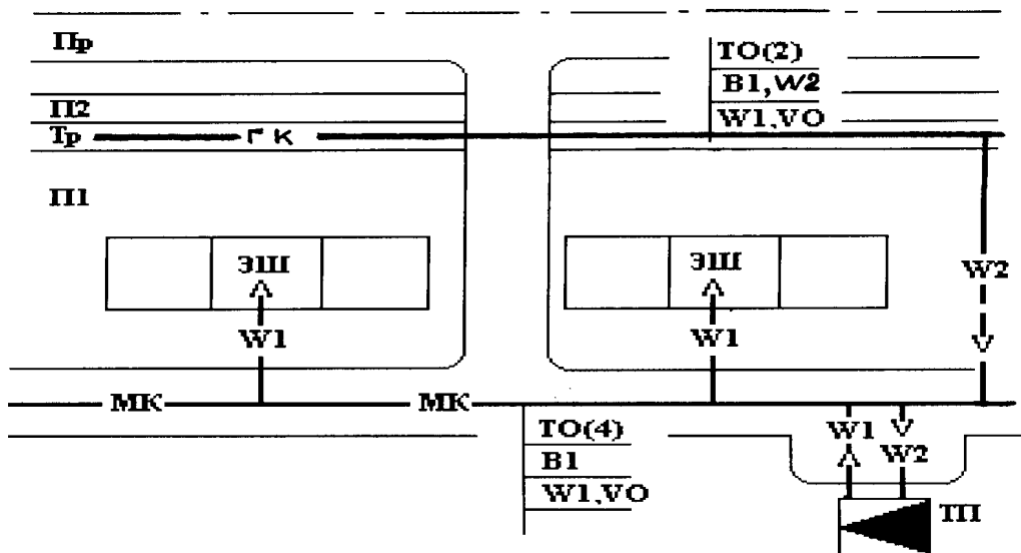


Рис. 6.2 - Суміщений метод прокладання силових електричних мереж: розподільні – у міському колекторі; розвідні – у мікрорайонному колекторі

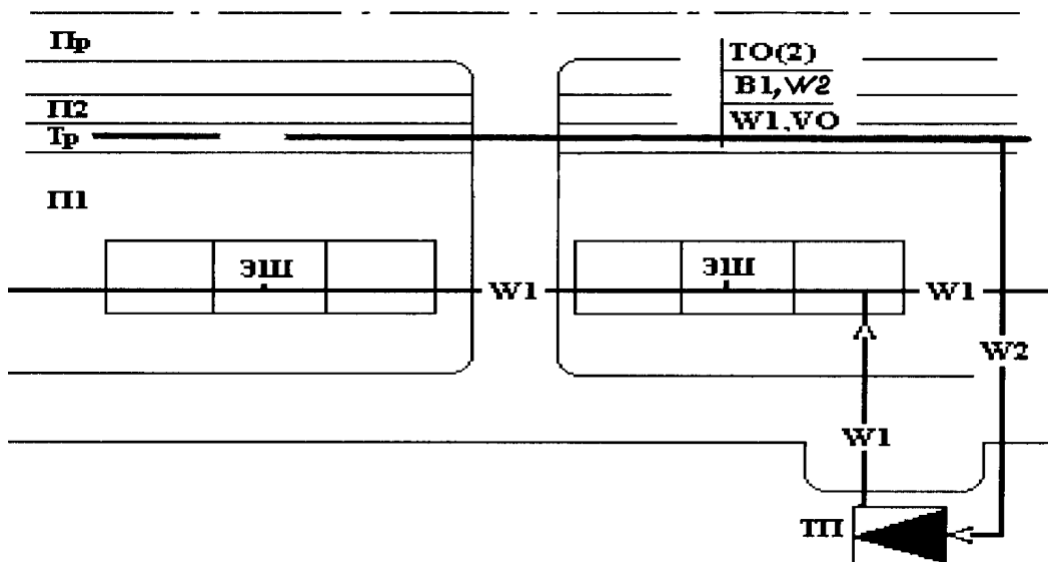


Рис. 6.3 – Суміщений метод прокладання силових електричних мереж: розподільні – у міському колекторі; розвідні – у технічних підпіллях і «зчіпках»

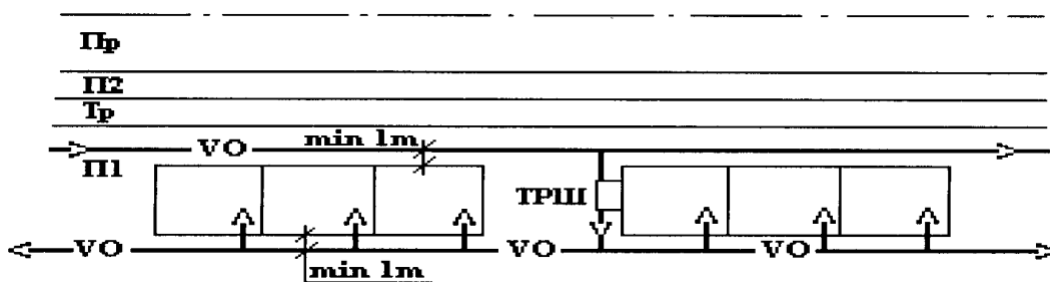


Рис. 6.4 – Роздільний метод прокладання слабкострумових електричних мереж

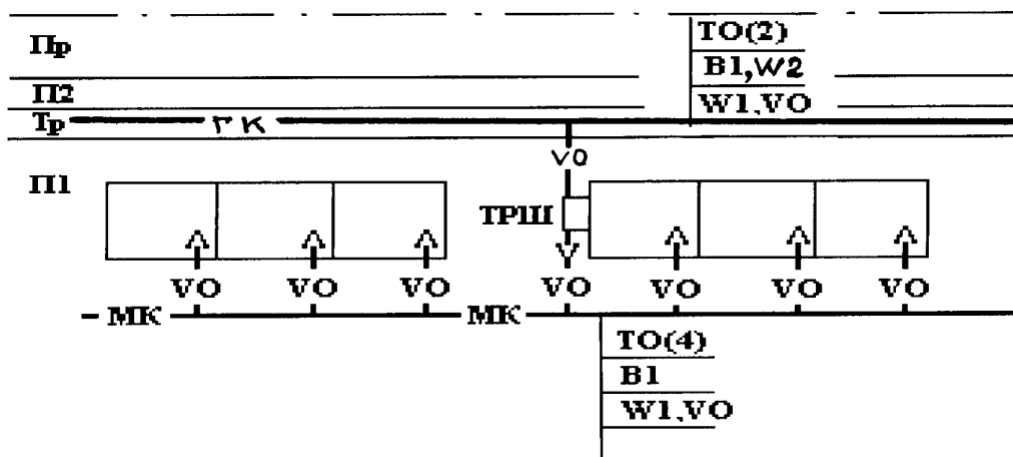


Рис. 6.5 – Суміщений метод прокладання слабкострумових електричних мереж: розподільні – у міському колекторі; розвідні – у мікрорайонному колекторі

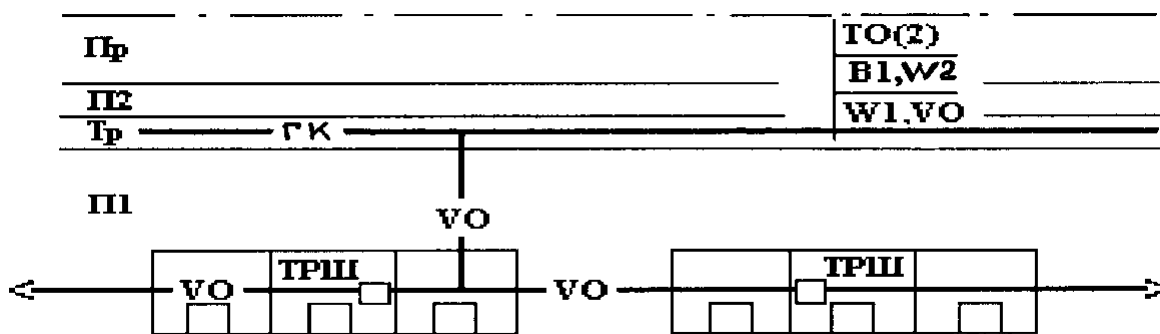


Рис. 6.6 – Суміщений метод прокладання слабкострумових електричних мереж: розподільні – у міському колекторі; розвідні – у технічних підпіллях і «зчіпках»

Методи розрахунку електричних навантажень

Розрахункове електричне навантаження житлових будинків складається з навантажень квартир і загальнобудинкових силових електроприймачів (електродвигунів ліфтів, вентиляторів і т.п.).

Для житлових будинків ВСН регламентує два характерних режими електроспоживання з застосуванням найбільш типових електроприладів: 1) для газифікованих квартир; 2) квартир з електроплитами.

Розрахункове навантаження квартир $P_{кв}$ визначають за формулою, кВт

$$P_{кв} = P_{кв.пит.} \times n, \quad (6.1)$$

де $P_{кв.пит.}$ - питоме розрахункове навантаження електроприймачів квартир, що обладнані електроплитами (табл. 6.1);

n – кількість квартир у будинку.

Розрахункове навантаження ліфтових установок, кВт:

$$P_{л} = k_n \sum_{i=1}^n D_i, \quad (6.2)$$

де k_n – коефіцієнт попиту, що залежить від кількості ліфтових установок та поверхів будинку (табл. 6.2);

n – кількість ліфтів у секції будинку;

D_i – установлена потужність двигунів, $P_i = 4,5$ кВт.

Таблиця 6.2 – Значення коефіцієнтів попиту ліфтових установок

Кількість ліфтових установок	Коефіцієнт попиту для будинків висотою	
	до 12 поверхів	12 поверхів і вище
2-3	0,8	0,9
4-5	0,7	0,8
6-7	0,6	0,7
8-10	0,5	0,6
11-20	0,4	0,5
понад 20	0,35	0,4

У житлових будинках понад 9 поверхів передбачається система димовідведення. З цією метою в кожній сходовій клітці встановлюють один вентилятор на припливній установці потужністю $P_n = 10$ кВт і один на витяжній установці потужністю $P_v = 10$ кВт.

Розрахункове навантаження двигунів силових установок розраховують за формулою, кВт

$$P_{дв} = (P_n + P_v) \times n, \quad (6.3)$$

де n – кількість секцій у будинку.

Загальне розрахункове навантаження житлового будинку визначають як суму освітлювального й силового навантаження, кВт:

$$P_{жб} = P_{кв}(\cos \varphi_{кв} + 0,9P_l)(\cos \varphi_l + P_{дв})\cos \varphi_{дв}, \quad (6.4)$$

де $\cos \varphi_{кв}$, $\cos \varphi_l$, $\cos \varphi_{дв}$ - розрахункові значення коефіцієнтів потужності (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Значення коефіцієнтів потужності живильних ліній житлових будинків

Споживачі, підключені до живильних ліній	Розрахункові значення коефіцієнтів потужності
1. Квартири: - з електричними кухонними плитами; - з кухонними плитами на природному газі, скрапленому газі й твердому паливі	0,98
	0,96
2. Насоси, вентилятори	0,85
3. Ліфти	0,6

Таблиця 6.1 – Питоме розрахункове навантаження електроприймачів квартир

Споживачі електроенергії	Питоме розрахункове навантаження електроприймачів при кількості квартир, кВт на 1 квартиру									
	1...3	6	12	18	24	40	60	100	200	400
Квартири з плитами:										
на природному газі	4,5	2,3	1,45	1,15	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45
на скрапленому газі й твердому паливі	5,0	2,6	1,65	1,35	1,15	1,0	0,9	0,8	0,75	0,7
електричними потужністю до 5,9 кВт	6,0	3,2	2,4	2,0	1,8	1,5	1,3	1,15	1,0	0,9
електричними потужністю 5,9...8 кВт	7,0	4,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,3	1,15	1,0	0,9

- Примітки:** 1. Розрахункове навантаження кількості квартир, що не вказане в таблиці, визначають інтерполяцією.
 2. Питоме розрахункове навантаження квартир враховує навантаження освітлення загальнобудинкових приміщень (сходів, ліфтових холів, вестибюлів, технічних підвалів, сміттєзбірних камер та ін.).

Приклад 6.1. Визначити розрахункові навантаження для житлових газифікованих будівель. Один з будинків 40-квартирний, інший 200-квартирний. Житлова площа квартир по 35 м², другий будинок має чотири ліфтових установки (P_{двиг} = 5 кВт).

Питомі навантаження на квартиру визначають за табл. 6.1. За формулою (6.1) для розрахункового навантаження лінії, яка живить 40-квартирний будинок (при відсутності нежитлових приміщень та силового навантаження):

$$P_{кв} = P_{кв.пит.} \times n \times 1,05 = 0,7 \times 40 \times 1,05 = 29,4 \text{ кВт.}$$

(коефіцієнт 1,05 відображає збільшення на 1% для 1 м² додаткової (більше 30 м²) площі помешкань).

Для лінії, що живить будинки з ліфтовими установками, розрахункове навантаження визначається тим самим способом:

$$P_{кв} = P_{кв.пит.} \times n \times 1,05 = 0,45 \times 200 \times 1,05 = 94,5 \text{ кВт.}$$

Розрахункове навантаження ліфтових двигунів визначається за формулою (6.2). Коефіцієнт попиту ліфтових установок k_л = 0,8 (табл. 6.2).

$$P_{л} = k_{л} \sum_{i=1}^n D_i = 0,8 \times 20 = 16 \text{ кВт.}$$

Сумарне розрахункове навантаження лінії, що живить другий будинок

$$P_p = P_{н.б} + \sum k_{н.мах} P_i .$$

Коефіцієнт незбігу максимумів навантаження від квартир і силових електроприймачів k_{н.мах} = 0,9. Тоді

$$P_p = 94,5 + 0,9 \times 16 = 108,9 \text{ кВт.}$$

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

Газові мережі та ГРП

Мета практичних занять – закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови жилої групи запроектувати газові мережі середнього і низького тиску та розташувати ГРП, визначити розрахункові витрати споживання газу.

Газові мережі мікрорайону слід проектувати низького тиску із влаштуванням одного газорегулюючого пункту (ГРП) поблизу ЦТП, але на відстані не менш 10 м. До ГРП підводиться розподільний газопровід середнього тиску. У ГРП забезпечується очистка газу від механічних домішок і зниження тиску газу до необхідної величини. Від ГРП по розвідних газопроводах низького тиску природний газ надходить у внутрішні системи газопостачання будинків. Газопроводи можуть бути прокладені у землі або по стінах будинків вище вікон першого поверху. При прокладці газопроводів низького тиску в землі вводи до будинків роблять крізь сходові клітки, а при надземній прокладці – безпосередньо в кухні або в сходові клітки.

Газопроводи середнього й низького тиску не прокладають у колекторах, технічних підпіллях і «зчіпках». При спільній прокладці газопроводи розміщують паралельно колектору на відстані, обумовленій в ВНП [2].

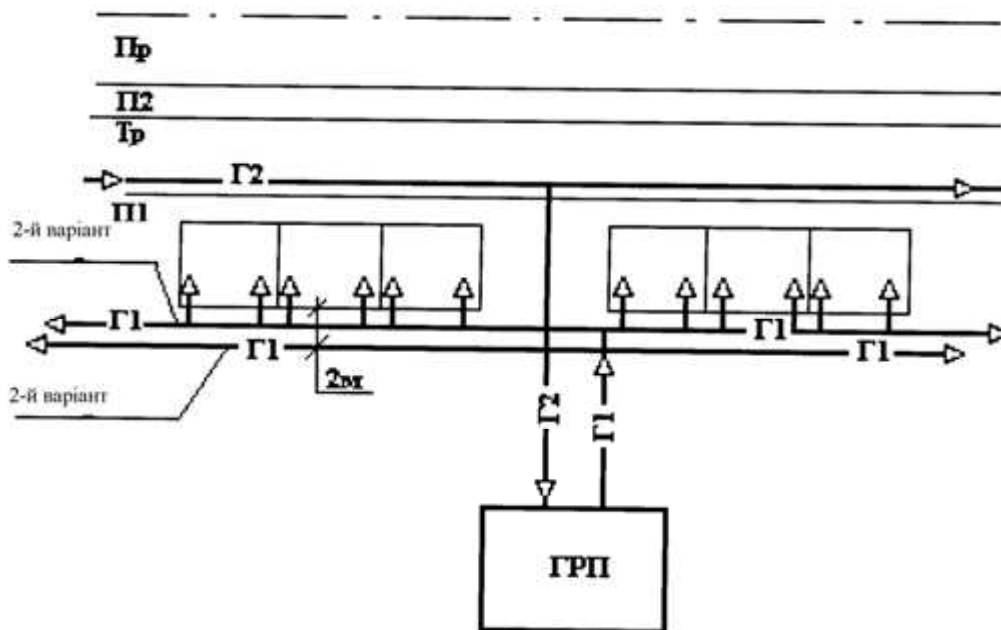


Рис. 7.1 – Методи прокладання газових мереж

Розрахунок споживання газу в мікрорайоні

Річні витрати газу на побутові потреби встановлюють для кожного мікрорайону:

$$g_n^p = m \frac{n_1 + n_2}{Q_p^H}, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (7.1)$$

де m – кількість жителів у мікрорайоні;

n_1 – норма витрат газу на приготування їжі на 1 людину, Ккал/рік (додаток 5);

n_2 – норма витрат газу на приготування гарячої води (якщо у мікрорайоні передбачене гаряче водопостачання $n_2 = 0$);

Q_p^H – калорійність газового палива, Ккал/м³.

Годинні витрати газу для усіх видів споживачів визначають залежно від річних витрат газу і коефіцієнта годинного максимуму k_m за формулою

$$g^r = g^p \times k_m, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (7.2)$$

Для житлових мікрорайонів k_m – обирають залежно від кількості жителів у мікрорайоні за додатком б.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8

Техніко-економічне обґрунтування розташування інженерних мереж

Мета практичних занять – закріпити лекційний і додатковий матеріал: визначити техніко-економічні показники розташування розвідних теплових, водопровідних, газових, електричних мереж і приймальних мереж побутової каналізації.

Вибір найбільш економічного розташування розвідних теплових, водопровідних, газових електричних мереж і приймальних мереж фекальної каналізації здійснюють шляхом визначення техніко-економічних показників кожної мережі. До таких показників відносяться:

1. Питома довжина кожної мережі на 1000 м² загальної площі житлових будівель мікрорайону, м/м²

$$l_i = \frac{L \times 1000}{S}, \quad (8.1)$$

де L – довжина кожної розвідної або приймаючої мережі, м;
 S – загальна площа житлових будівель мікрорайону, м².

Отримане значення l_i необхідно порівняти з нормативною питомою довжиною кожної мережі (додаток 9). Якщо отримане значення буде меншим або дорівнювати табличному значенню, тоді розміщення мереж виконане раціонально.

2. Коефіцієнт використання технічних підпілля і прохідних «зчіпок» для розміщення транзитних розвідних інженерних мереж:

$$K_1 = \frac{l_t + l_z}{Z} \times 100\%, \quad (8.2)$$

де l_t – довжина мереж, прокладених транзитом через технічне підпілля, м;
 l_z – довжина мереж, прокладених через прохідні «зчіпки», м;
Раціональним розміщення мереж буде в тому разі, коли $K \geq 50\%$.

3. Коефіцієнт використання стін будівель для розміщення газопроводів низького тиску

$$K_2 = \frac{l_r}{L_r} \times 100\%, \quad (8.3)$$

де l_r – довжина розвідних газопроводів низького тиску, прокладених по стінах будівель, м;

L_r – загальна довжина розвідних газопроводів низького тиску в мікрорайоні, м.

Значення має бути більшим 70%, в цьому випадку буде досягнуто раціональне розміщення газопроводів низького тиску.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Основні кліматичні характеристики деяких міст

Міста	Температура зовнішнього повітря			Тривалість опалювального періоду, дів Π_o
	розрахункова для		середня за опалювальний період, $t_{ср.о.}$	
	опалення, $t_{р.о.}$	вентиляції, $t_{р.в.}$		
Вінниця	-21	-10	-1,1	189
Дніпропетровськ	-24	-9	-1,0	175
Запоріжжя	-23	-9	-0,7	175
Київ	-21	-10	-1,1	187
Львів	-19	-7	0,3	189
Миколаїв	-19	-7	0,4	168
Одеса	-18	-6	0,8	168
Полтава	-22	-11	-1,9	187
Рівне	-21	-9	-0,5	191
Севастополь	-11	0	4,4	137
Сімферополь	-16	-4	1,9	158
Тернопіль	-21	-9	-0,5	190
Ужгород	-18	-6	1,6	162
Харків	-23	-11	-2,1	189
Херсон	-18	-7	0,6	167
Чернігів	-22	-10	-1,7	191
Ялта	-6	1	5,2	126

Додаток 2

Укрупненні показники максимального теплового потоку на опалення 1 м² загальної площі житлових будинків, q_o , Вт/м²

Етажність забудови	Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення $t_{р.о.}$ °С					
	-5	-10	-15	-20	-25	-30
3-4	90	97	103	111	119	128
5 та більше	65	69	73	75	82	88

Щільність житлового фонду

Етажність забудови	5	9	12
Щільність житлового фонду, d, м ² /га	3100	3700	4800

Норми витрати гарячої води при температурі 55 °С на гаряче водопостачання (ГВ) житлових і громадських будівель

Споживачі	Розмірність	Норма витрати, л/добу
Житлові будинки квартирного типу: - з централізованим гарячим водопостачанням, обладнані умивальниками, мийками та душем; - з сидячими ваннами, обладнаними душем; - з ваннами довжиною від 1,5 до 1,7 м, обладнаними душами; - висотою понад 12 поверхів з централізованими ГВ та підвищеними вимогами до благоустрою	1 мешканець	85
		90
		105
		115

Показник споживання газу

Споживачі газу	Показник споживання газу	Норма витрати теплоти, Ккал/рік
<u>Житлові будинки</u>		
Приготування їжі (за наявністю газової плити та централізованого гарячого водопостачання від ЦТП)	На одну людину за рік	640 × 10 ³
Приготування їжі та гарячої води без прасування білизни (за наявністю газової плити та газового водонагрівача)	На одну людину за рік	1270 × 10 ³
Прасування білизни в домашніх умовах	На 1 т сухої білизни	1200 × 10 ³

Додаток 6

Коефіцієнт годинного максимуму споживання газу на побутові потреби

Кількість жителів, чол.	5000	10000	20000	30000	40000
Коефіцієнт годинного максимуму споживання газу на побутові потреби, K_m	1/2100	1/2200	1/2300	1/2400	1/2500

Додаток 7

Мінімальні вертикальні відстані при взаємному пересіченні підземних мереж

Мережа	Відстань, м (просвіт)							
	Тепло-провід	Водо-провід	Газо-провід	Кабель силовий	Кабель зв'язку	Каналізація	Водостік	Загальний колектор
Теплопровід	–	0,2	0,15	0,5	0,5-0,15***	0,2	0,2	–
Водопровід	0,2	0,15	0,15	0,5	0,5	0,4**	0,2	0,15
Газопровід	0,15	0,15	0,15	0,5-0,25*	0,5-1,25*	0,15	0,15	0,15
Кабель силовий	0,5	0,5	0,5-0,25*	0,5	0,5	0,5	0,5	0,15
Кабель зв'язку	0,5-0,15	0,5	0,5-0,25*	0,5	0,5	0,5	0,5	0,15
Каналізація	0,2	0,4**	0,15	0,5	0,5	0,2	0,2	0,15
Загальний колектор	–	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	–

Примітки: 1. У проїзній частині відстань від поверхні землі до верху кабелю має бути не менше 1 м.

2. Кабель зв'язку розміщують вище від силового кабелю.

* Кабель прокладено в трубі, кінці якої мають бути не ближче як за 1 м від газопроводу.

** Водопровід прокладено вище від каналізації у футлярі.

*** Кабель прокладено в трубі.

**Мінімальні відстані, м, по горизонталі /просвіт/ між тепло-
й газопроводами та іншими спорудами і комунікаціями**

Споруди і комунікації	Газопроводи з тиском газу, кгс/см ³ , до				Тепло- проводи
	0,05	3	6	12	
Будівлі й споруди	2	4	7	10	5
Залізничні колії	3	4	7	10	4
Трамвайні колії (до крайньої рейки)	2	2	3	3	2
Водопровідні труби	1	1	1,5	2	1,5
Теплопроводи	2	2	2	4	–
Каналізація та водостоки	1	1,5	2	5	1
Газопроводи з тиском: - до 6 кгс/см ² - 6...12 кгс/см ²	При 300 мм – 0,4 При 300 мм – 0,5				
Від фундаменту опори лінії повітряної електропередачі і зв'язку до 1 Кв		1			1,5
Силові кабелі до 35 Кв	1	1	1	1,5	2
Телефонні броньовані кабелі	1	1	1	1	2
Те саме, в каналізації	1	1,5	2	3	2
Дерева (до стовбура)			1,5		2
До чагарників	Не регламентується				1
До бортового каменя проїзної частини			1,5		1,5

Примітка: Відстань від колодязів і камер до газопроводу має бути не менше 0,3 м.

**Орієнтовна питома довжина розвідних і приймальних
інженерних мереж на 1000 м² загальної площі**

Етажність забудови	Розвідні мережі				Приймальні мережі	
	ВІ	ТО(4)	ГІ	УУО	К1	
5	24	27	41	35	41	
9	14	17	27	23	27	
12	14	15	24	15	24	

Схема плану для виконання контрольної роботи (варіант 1)

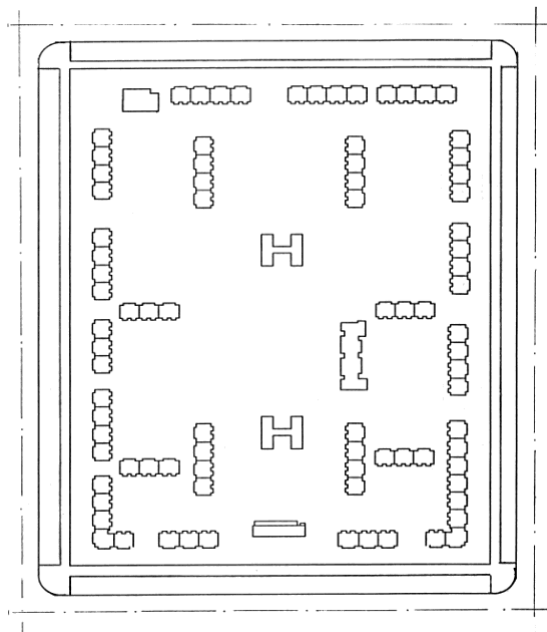


Схема плану для виконання контрольної роботи (варіант 2)

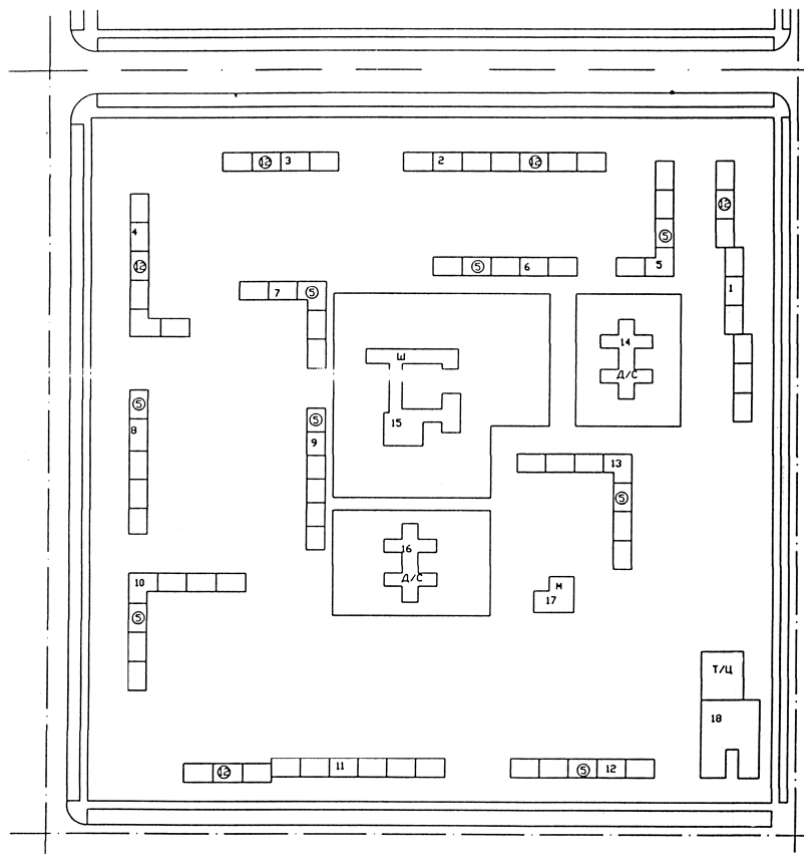
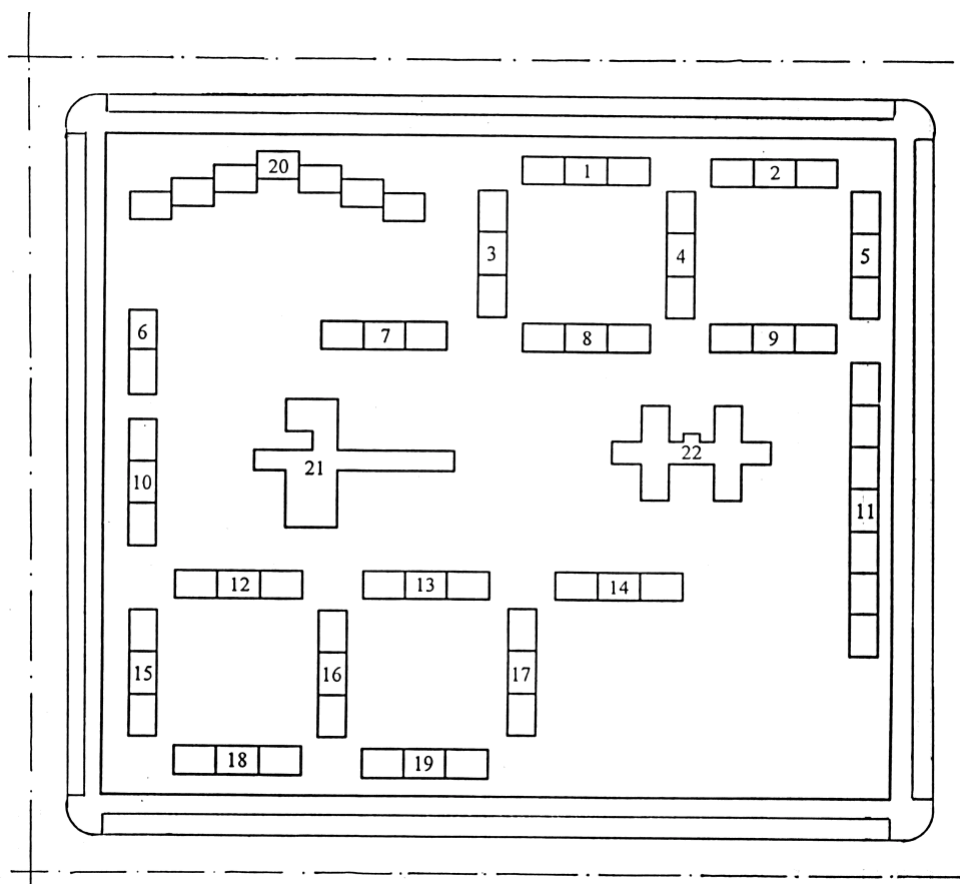


Схема плану для виконання контрольної роботи (варіант 3)



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шульга М.О., Деркач І.Л., Алексахін О.О. Інженерне обладнання населених місць: Підручник. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 259 с.
2. І.Л. Деркач. Міські інженерні мережі: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 97 с.
3. Шульга М.О., Бережнов І.О. Енергопостачання міст. – К.: ІСДО, 1993. – 228 с.
4. Алексеев В.Д., Дмитриев Е.М. и др. Городские инженерные сети и коллекторы. – Л.: Стройиздат, 1990. – 384 с.
5. Ионин А.А. Газоснабжение: уч. Для вузов. – М.: Стройиздат, 1989. – 439 с.
6. Бережнов І.О., Шульга М.О. Улаштування і експлуатація теплових і газових мереж. – К.: НМК ВО, 1992. – 124 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки до самостійної роботи, практичних занять та виконання контрольних робіт з дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» (для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання професійного напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій», спеціальності «Геоінформаційні системи і технології»).

Укладач: Ірина Леонідівна Деркач

Відповідальний за випуск: А.О. Бобух

Редактор: М.З. Аляб'єв

Верстка: Г.О. Павлова

План 2009, поз. 16 М

Підп. до друку 23.11.09 р.	Формат 60 × 84 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографі.	Умовно-друк. арк. 2,8	Обл.-вид. арк. 3,1
Тираж 50 прим.	Замовл. №	

61002, м. Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ,
61002, м. Харків, вул. Революції, 12