МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інститут інженерно-екологічних систем
Кафедра водопостачання

Методичні вказівки по дисципліні

«Удосконалення систем водопостачання»

для виконання курсової роботи і дипломних проектів
галузі знань 0601 „будівництво і архітектура”
студентами спеціальності 8.06010108
«Водопостачання і водовідведення»
учбово-кваліфікаційний рівень – магістр
форма навчання – денна і заочна.

Одеса 2015 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Кафедра водопостачання

Методичні вказівки

по дисципліні «***Удосконалення систем водопостачання»***

для виконання курсової роботи і дипломних проектів
галузі знань 0601 „будівництво і архітектура”
студентами спеціальності 8.06010108
«Водопостачання і водовідведення»
учбово-кваліфікаційний рівень – магістр
форма навчання – денна і заочна.

Одеса, 2015

УДК 628.16 «ЗАТВЕРДЖЕНО»

Вченою Радою

Інституту інженерно-екологічних систем

Протокол № від листопада 2015 р.

Автори:

к.т.н., доцент Гурінчик Н.О.

к.т.н., доцент Ларкіна Г.М.

Рецензенти:

Професор кафедри водопостачання, д.т.н. Грабовський П.О.

Диспетчер ЦДС одеської філії «Інфоксводоканал» Котлик О.М.

Методичні вказівки присвячені питанням наладки раціонального режиму роботи системи НС – мережа і призначені для виконання курсової роботи по дисципліні «Удосконалення систем водопостачання», розділ «Системи подачі і розподілу води».

Відповідальний за випуск:

завідуючий кафедрою водопостачання Одеської державної академії будівництва і архітектури, проф. Прогульний В.Й.

ВСТУП

Методичні вказівки призначені для виконання курсової роботи, передбаченої учбовим планом підготовки магістрів за фахом «Водопостачання і водовідведення».

Дисципліна «Удосконалення систем водопостачання» присвячена питанням пуску і наладки роботи як нових, так і діючих споруд.

У першій частині методичних вказівок розглянуті методи аналізу роботи діючої системи «насосна станція – водопровідна мережа» і приведений перелік можливих мерів по покращенню роботи системи і зниженню енерговитрат.

У другій частині даний приклад.

Для виконання даної роботи студентам необхідні знання практично по всіх спеціальних дисциплінах, вивчених при підготовці на ступінь «бакалавра». Особливо тісно вони пов'язані з курсами «Водопостачання» і «Інтенсифікація водопровідних споруд».

Методичні вказівки можуть бути корисні при виконанні магістерської роботи.

1. Основна частина
1.1. Аналіз роботи мережі

Водопровідні мережі міст України працюють 20-50 років, а іноді і більш. Ремонти і профілактичні роботи практично відсутні. Заміна труб проводиться в «пожежному» порядку, тобто в аварійній ситуації. Відновні роботи по водопровідній мережі вимагають великих капіталовкладень. Крім того, нераціональні режими роботи насосних станцій (НС) призводять до перевитрати електроенергії.

Для оцінки роботи системи, що діє, «НС-мережа» необхідне виконання манометричної зйомки із одночасною побудовою фактичних характеристик насосів і водоводів. Результатом аналізу роботи і інвентаризації системи «НС-мережа» є побудова адекватної моделі мережі, яка дозволяє моделювати і прогнозувати різні режими роботи системи [1].

Манометрична зйомка – це вимірювання напорів у вузлах мережі. Заздалегідь проводять інвентаризацію мережі. Використовуючи програми геоінформаційних систем (ГІС), створюють електронну базу даних: карту мережі із прив'язкою до місцевості, із вказівкою розташування колодязів, НС і арматури і обладнання, розміщених в них.

Результатом манометричної зйомки є фактичні опори ділянок водопровідній мережі і карта ізоліній (карта розподілу тиску на мережі). Манометрична зйомка дозволяє встановити крупні витоки, наявність несанкціонованих відборів, «вузькі» місця мережі, направлення потоків, переобтяжені і недовантажені ділянки, райони із надмірними і недостатніми тисками.

Використовуючи електронну базу даних, складають розрахункову схему мережі і виконують гідравлічний розрахунок. Порівнюють результати гідравлічного розрахунку і манометричної зйомки. Вводять корективи, що враховують фактичний опір водопровідних ділянок [1]. При близькості п'єзометричних відміток на розрахунковій схемі і фактичних вимірів отримують адекватну модель мережі. Останню у міру збільшення служби мережі постійно коректують.

Перелік можливих заходів щодо покращення роботи мережі:

1) управління потокорозподілом води;

2) планова заміна засувок на мережі;

3) організація зон оптимального тиску;

4) заміна найбільш аварійних ділянок;

5) оптимізація тиску в системі;

6) прокладання паралельних ліній:

7) зміна точок живлення мережі;

8) будівництво водонапірних башт (ВБ) або контррезервуарів (КР);

9) зонування мережі;

10) будівництво РЧВ у крупних споживачів, що заповнюються в години мінімального водорозбору;

11) будівництво вузлів регулювання (НС, що включаються в роботу в години недостатніх тисків).

Пропоновані заходи прораховуються на адекватній моделі, а вибір раціонального режиму здійснюють техніко-економічним розрахунком (ТЕР) [2].

1.2 Управління роботою НС

Основною задачею технологічної наладки НС є відпрацювання режиму роботи насосів, що забезпечує потрібні тиски при мінімальному надлишковому тиску у споживача, а також мінімальні витрати електроенергії.

Перш за все, перевіряється правильність встановленого устаткування. Вивчають паспортні дані: марка, витрата, тиск, ККД насоса, діаметр колеса, марка електродвигуна, ККД електродвигуна, напруга, потужність, частота обертання. Потім будують сумісні характеристики насосів і водоводів, бажано за дослідними даними [1].

Основні шляхи скорочення втрат енергії в насосних станціях наступні:

1. Обточування (обрізання) робочих коліс насосів.

2. Заміна насосів на довершені – з вищими ККД або з більш відповідними робочими характеристиками.

3. Використання ширшого набору насосів, що дозволяє працювати в зоні високих ККД при будь-яких режимах водоспоживання.

4. Раціональне управління роботою насосів.

Регулювання режиму роботи на існуючій насосній станції можна здійснювати наступними способами:

1. Вибором відповідного насоса або їх поєднання.
2. Регулюванням параметрів декілька або одного з працюючих насосів.

Управління роботою НС можна здійснювати по тиску на виході із НС, тобто по тиску на водоводах біля НС (всередині). Проте найкращі результати з погляду енергозбереження дає *управління по тиску в диктуючих точках мережі.* Цей метод управління рекомендований і в нормах проектування [3]. Капітальні витрати тут збільшуються за рахунок витрат на установку датчиків тиску на мережі і передачу сигналу від датчика в пункт управління. Але при цьому знижуються експлуатаційні витрати у зв'язку із зменшенням енерговитрат і зниженням числа аварій.

1.3 Частотне регулювання насосів

Найбільший ефект енергозбереження може бути досягнутий при створенні на базі міського насосного господарства централізованої системи управління насосними станціями. В даному випадку міські насосні станції, керовані комплексними логічними системами управління електроприводами, підключаються за допомогою комп'ютерної мережі до єдиної системи управління [7].

Перевага такої системи полягає в тому, що реалізується наступний комплекс енергозбережних заходів (мал. 1):

Мал.1. Принцип дії централізованної автоматизованої системи управління міським насосним господарством

Відповідно, режим роботи кожного насоса в місті залежить від конкретного рівня водоспоживання в місті в даний момент.

При застосуванні частотних перетворювачів можна виділити прямі і непрямі джерела економії [7].

До прямого джерела економії відноситься:

- економія електроенергії за рахунок роботи електроприводу залежно від реального водоспоживання і з цієї причини зниження споживаної електроенергії.

До непрямих джерел економії відносяться наступні:

- зниження витрати води у водопостачальній системі за рахунок зниження втрат, пов'язаних з надмірним тиском (при зниженні тиску в системі на 1 кг·с/м^2 витоку зменшуються на 5–7%.).

- зниження витрат, спрямованих на профілактичний і капітальний ремонт споруд і устаткування (як електроприводів і насосів, так і трубопроводів).

Точний розмір непрямих джерел економії не може бути коректно визначений до моменту впровадження перетворювача, оскільки це пов'язано з різними фактора-

ми, що діють на систему водопостачання (водоспоживання в конкретні періоди, загальний тиск в системі і так далі) і може бути оцінено лише після початку його роботи.

Разом з викладеними складовими енергозбереження, які, зрештою, враховуються і оцінюються, застосування частотно-регульованого електроприводу (ЧРЕ) дає ряд додаткових переваг:

- зменшення зносу основного устаткування за рахунок плавних пусків, усунення гідравлічних ударів, зниження тиску (по наявному досліду в комунальній сфері кількість дрібних ремонтів основного устаткування знижується в два рази);

- спроможність комплексної автоматизації систем водопостачання;

- спроможність створювати при необхідності тиск вище основного.

У сьогоденням момент більшість насосних станцій на території СНД переведені на частотне регулювання, як конкретні приклади використання електроприводів в м. Москві можна привести наступну табл. 1, дані для якої були зібрані до і після впровадження перетворювачів частоти на декількох насосних станціях.

Таблиця 1. Дослід використання керованого електроприводу на об'єктах міського насосного господарства [4].

Споживання до модернізації		Економія після впровадження			
Води, $м^3$/мес	Електроенергії, кВт·год/міс	Води		Електроенергії	
		$м^3$/мес	%	кВт·год/міс	%
25380	7890	2284	9	2446	31
3660	4150	2512	26	2696	65
6940	3610	972	14	1192	33
7700	4180	1925	25	2090	51

У [5] представлена методика оцінки економії електроенергії в насосних установках, розроблена фахівцями ООО «Ягорба» і лабораторії автоматизації ВАТ «НДІ ВОДГЕО».

Вихідними даними для розрахунку економії є:

– діапазон зміни подачі води протягом року, тобто значення найменшої u найбільшої подачі за розрахунковий період ($Q_м$, $Q_б$) за той же період (рік, сезон);

– тиск $H_б$, відповідний найбільшій подачі $Q_б$;

– протитиск (H_n) в системі подачі води – геометрична висота підйому (статична складова підйому води);

– об'єм води, що подається, за розрахунковий період, наприклад, за рік $V_{рік}$.

Порядок розрахунку наступний:

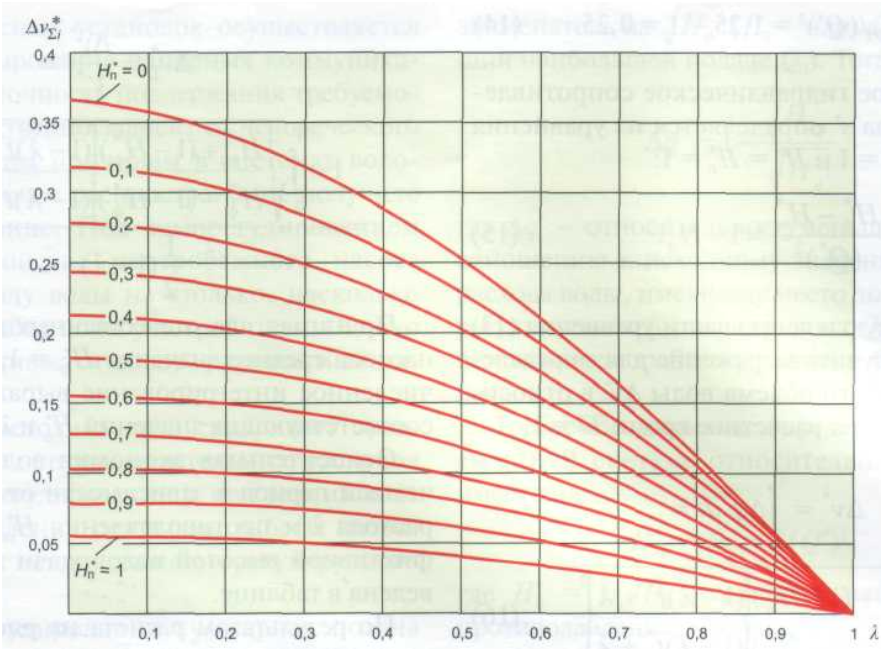
1. Визначаємо відносну мінімальну подачу води:

$$\lambda = Q_м / Q_б \qquad (1)$$

2. Визначаємо відносний протитиск в системі подачі води:

$$H_n^* = \frac{H_n}{H_б} \qquad (2)$$

По таблиці або по розрахункових кривих (мал. 2) визначають значення відносного зниження об'єму витоків і непродуктивних витрат води $\Delta v_{\Sigma_i}^*$ при знайдених значеннях λ і H^*_n.



Мал. 2. Залежність відносної економії води Δv_Σ від відносної мінімальної подачі води λ для різних значень протитиску в системі подачі води H_n.

3. Прогнозована економія води за рік рівна:

$$V_{ек.рік} = \Delta v_{\Sigma_i}^* \cdot V_{рік} \qquad (3)$$

Порядок розрахунку приведений для насосної установки із одним працюючим агрегатом.

У більшості насосних установок для подачі води споживачеві використовується не один, а декілька насосних агрегатів. В цьому випадку насосна установка пра-

цює в декількох характерних режимах, кожному з яких відповідають свої параметри $Q_м$, $Q_б$, $H_п$, $H_б$, значення λ і $H^*_п$, T, об'єми заощадженої води $V_{ек}$. При розрахунку для кожного режиму об'єм заощадженої води визначається окремо, а потім значення підсумовуються [6].

Таким чином, за рахунок застосування засобів частотного регулювання є можливість забезпечити керованість насосної групи, стабілізувати гідравлічний параметр технологічного процесу в будь-якій точці, сумарної характеристики паралельно працюючих насосних агрегатів, що знаходиться нижче, забезпечити мінімальні відхилення величин параметрів в перехідних режимах, включаючи планові і аварійні зміни складу працюючих агрегатів. Для реалізації таких можливостей потрібне створення рекомендацій роботи системи частотного регулювання (СЧР) на початкових етапах її створення, приєднання до складу СЧР необхідних засобів автоматизації, а до складу інженерної мережі, що реконструюється, – виконавчих механізмів, додаткової комутаційної апаратури і тому подібне. Раціональне поєднання «ціна – якість» для створюваної СЧР, може вийти лише в результаті спільної роботи розробників із представниками експлуатуючої організації.

2. Приклад. Реконструкція системи НС-мережа.

Робота присвячена наладці раціонального режиму роботи системи НС – мережа. При цьому розглядують питання енергозбереження.

В процесі виконання курсової роботи студенти закріплюють лекційний матеріал курсу «Удосконалення роботи систем водопостачання і водовідведення», вчаться аналізувати роботу водопровідної мережі, що діє, складати режимні карти роботи насосного устаткування.

2.1. Характеристика мережі, що діє

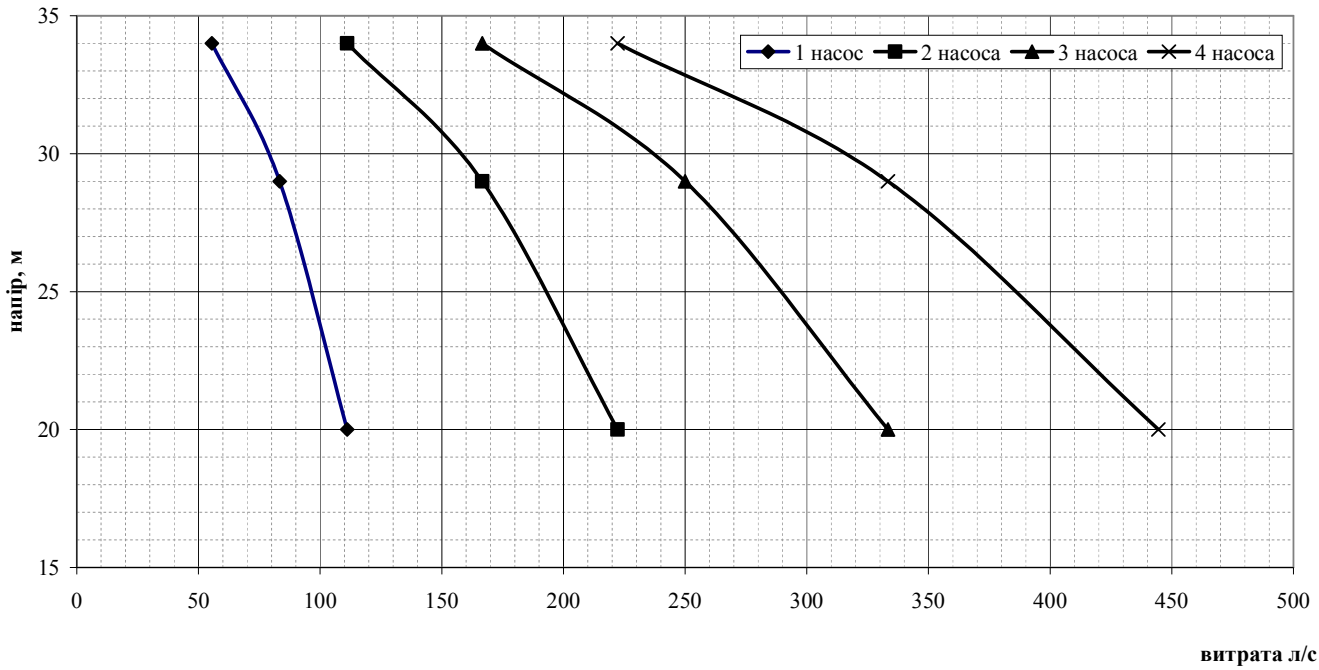
Робота виконується на ПЕВМ з використанням програми Epanet.

Водопровідна мережа міста складається з п'яти кілець, труби чавунні діаметрами від 200 до 400 мм. Схема мережі із вузловими витратами на випадок максимального водорозбору представлена на мал.3. Витрати дані в табл.2.

Таблиця 2. Розрахункові витрати

Найменування	Максимальний	Мінімальний	Середній
Добові витрати, $м^3$/сут	21514	13104	19310
Витрата при пожежі, л/с	2×35		
Коефіцієнт годинної нерівномірності	1,48	0,6	

Схема живлення мережі: насосна станція (НС) подає воду в мережу. НС розташована на відстані 100 м від вузла 2. Відмітка землі на майданчику НС – 50 м. На станції встановлено 6 насосів Д 320-50 із робочими колесами діаметром 340 мм, числом обертів 1450 об/мин (2 насоси резервні). Регулювання роботи насосів здійснюється дроселюванням засувки на напірному патрубку і числом працюючих насосів. Паспортна характеристика насосів приведена на мал.4, в табл.3 вказано число працюючих насосів для характерних режимів водоспоживання.



Мал. 4 Характерістика насосов

Поверховість забудови в місті (Э): у мікрорайоні 1-2-3-6 – 3 поверхи, 9-11-12-10 – 6 поверхів, в решті районів – 5 поверхів.

Технічне завдання

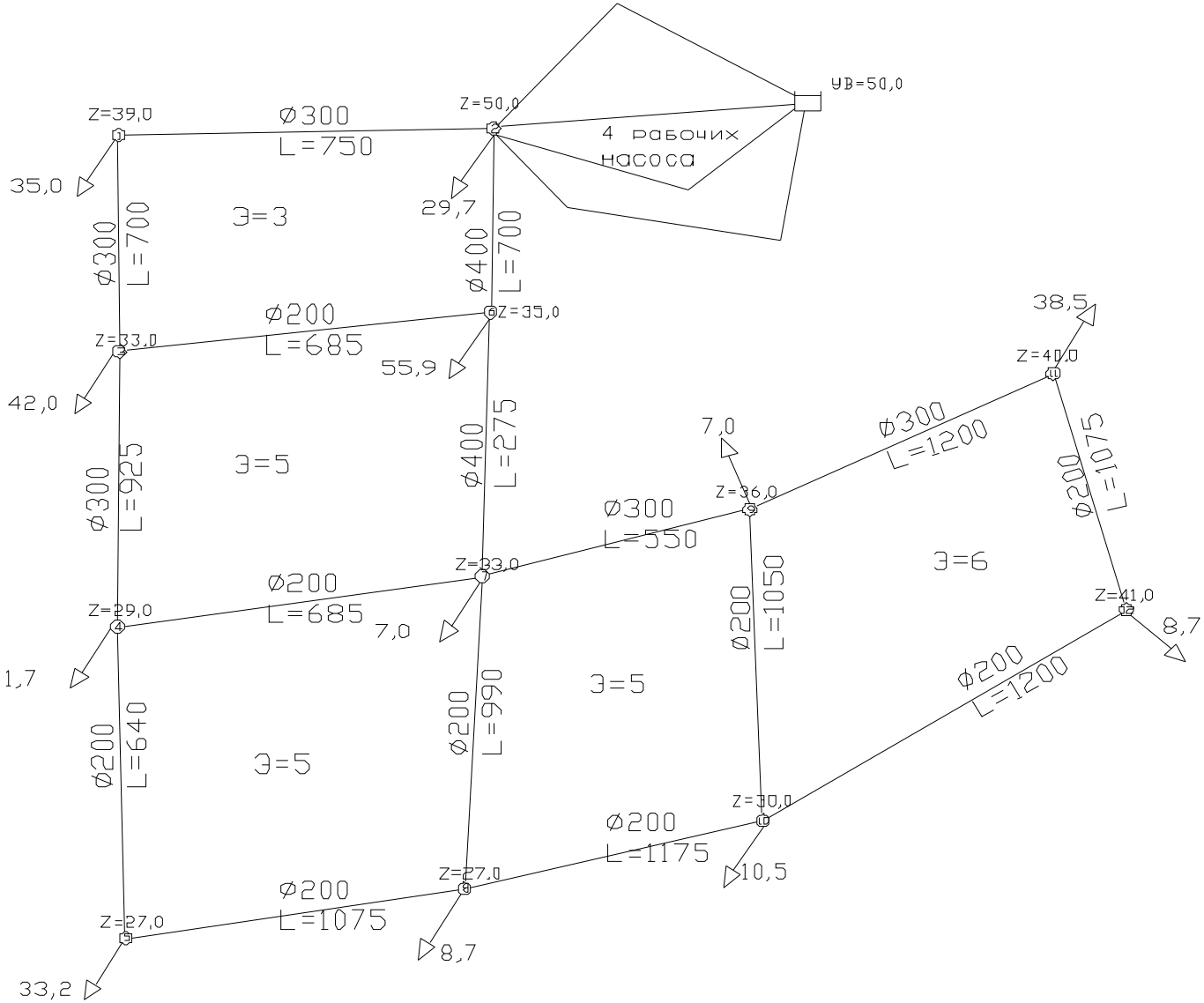
1. Виконати аналіз роботи системи, що діє.

2. Забезпечити необхідні тиски в мережі, понизивши при цьому витрати електроенергії на НС.

2.2. Аналіз роботи НС – мережа

Перевірочний розрахунок мережі виконується на шість режимів водоспоживання згідно табл.3.

Вузлові витрати перераховані пропорційно зміні подачі води в мережу (запроваджується коефіцієнт перерахунку, рівний відношенню шляхової витрати міста розрахункового режиму до середньогодинної витрати максимальної доби), при цьому зосереджені витрати у вузлах 3 і 12 залишені без зміни (табл.3).



Мал. 3. Схема мережі (у вузлах вказані витрати при максимальному водоспоживанні і відмітка поверхні землі Z, по ділянках – довжина і діаметр)

Таблиця 3. Вузлові витрати

Номер вузла	Сер.год.макс.доб			Макс.год.макс. доб|			Мін.год.макс. доб|			Пожежогасіння			Сер.год.ср. доб|			Мін.год.мін.доб		
	шлях. витрата	зосер.	вузл|. |.	шлях. |.	зосер|. витрата	вузл|. витрата	шлях. витрата	зосер|. витрата	вузл|. витрата	шлях. витрата	зосер|. |.	вузл|. витрата	шлях. витрата	зосер|. |.	вузл|. витрата	шлях. |.	зосер|. |.	вузл|. витрата
1	20		20	35,0		35,0	7,4		7,4	35,0		35,0	15,8		15,8			0
2	17		17	29,7		29,7	6,3		6,3	29,7		29,7	13,5		13,5			0
3	24	50	74	42,0	50	92,0	8,9	50	58,9	42,0	50	92,0	19,0	50	69,0		50	50
4	1		1	1,7		1,7	0,4		0,4	1,7		1,7	0,8		0,8			0
5	19		19	33,2		33,2	7,1		7,1	33,2	35	68,2	15,1		15,1			0
6	32		32	55,9		55,9	11,9		11,9	55,9		55,9	25,4		25,4			0
7	4		4	7,0		7,0	1,5		1,5	7,0		7,0	3,2		3,2			0
8	5		5	8,7		8,7	1,9		1,9	8,7		8,7	4,0		4,0			0
9	4		4	7,0		7,0	1,5		1,5	7,0		7,0	3,2		3,2			0
10	6		6	10,5		10,5	2,2		2,2	10,5		10,5	4,8		4,8			0
11	22		22	38,5		38,5	8,2		8,2	38,5		38,5	17,4		17,4			0
12	5	40	45	8,7	40	48,7	1,9	40	41,9	8,7	75	83,7	4,0	40	44,0	1	40	41
Σ	159	90	249	278,0	90	368,0	59	90	149	278	160	438	126	90	216	1	90	91
Коефіцієнт перерахунку				**1,75**			**0,37**			**1,75**			**0,79**			**0,01**		

Місця пожежних витрат призначені у вузлах 5 і 12 по 35 л/с кожен.

Тиск у вузлі 2 (точка живлення мережі) визначали по графіку спільної роботи за вирахуванням втрат тиску в насосній станції.

Розподіл тиску по мережі даний в табл.5.

Таблиця 4 Вільні тиски у вузлах мережі (м)

Вузол	Потр. тиск	Максимальна доба				Сер.доб. сер.год.	Мін.доб. мин.год.
		сер. год.	макс. год.	мін. год.	пожа-жа		
1	18	38.68	33.69	41.78	29.22	37.28	41.16
2	18	31.55	30.73	32.31	29.14	29.26	30.82
3	26	42.73	36.26	46.76	29.90	41.68	46.55
4	26	46.73	40.21	50.79	33.20	45.68	50.61
5	26	47.30	38.34	52.50	21.84	46.71	52.60
6	26	42.99	38.16	45.97	32.78	41.55	45.28
7	26	44.36	38.92	47.69	32.61	43.05	47.14
8	26	47.36	38.64	52.50	24.35	46.74	52.59
9	30	39.18	31.67	43.71	21.90	38.32	43.61
10	30	42.98	33.85	48.47	18.63	42.47	48.73
11	30	32.88	**23.23**	38.67	10,26	32.49	39.07
12	30	**27.30**	**17.11**	33.55	**-7.38**	**27,05**	34.05

Як видно з табл.5, район в кільці між вузлами 9-11-12-10 відчуває нестачу тиску практично для всіх розрахункових випадків. При цьому при пожежогасінні в мережі виникає вакуум. У решті районів спостерігається надмірний тиск (ілюстрація результатів дана на Л1).

Насосна станція при цьому працює в наступному режимі. (табл. 5)

Таблиця 5. Режим роботи насосів

Режим	Витрата, л/с	Розрахунковий тиск, м	Число працюючих насосів	Факт. тиск, м
1. Макс. година макс. доб.	368	24	4	26
2. Сер. година макс. доб.	249	18	3	29
3. Мін. година макс. доб.	149	16	2	30
4. Пожежогасіння	438	20	4	20
5. Сер. година сер. доб.	216	17	2	20
6. Мін. година мін. доб.	91	15	1	25

2.3. Пропозиції по покращенню роботи мережі

Перелік можливих заходів щодо покращення роботи мережі:

1) зарегулювати засувки на ділянках 1-2, 3-6, 4-7 так, щоб збільшити подачу в район із недостатнім тиском; у зоні ділянки 11-12 побудувати пожежни РЧВ;
2) прокласти паралельні лінії на ділянках 7-9, 9-11, 9-10 (розшивання мережі), оскільки ці лінії примикають до району із дефіцитом напорів;
3) додати точку живлення у вузол 9 (глибоке введення);
4) використовувати дві точки живлення – вузли 2 і 11;
5) побудувати ВБ у вузлі 12, що працює, як КР;
6) передбачити підвищувальну насосну станцію (вузол регулювання) в районі більшої поверховості із подачею води у вузол 11.

Аналіз вищеперелічених варіантів проводиться на основі гідравлічного розрахунку мережі для району більшої поверховості (ділянки 9-11-12-10).

Регулювання потоків води засувками доцільно спробувати на першому етапі до робіт по реконструкції. Це, можливо, перерозподілить і вирівняє тиск по мережі, тобто поліпшить водопостачання району 9-11-12-10 (мал.3).

Однак, враховуючи підвищення потрібного тиску в цій зоні, дана пропозиція, як і будівництво пожежного РЧВ, розглядувати недоцільно.

Порівняння варіантів розшивання мережі і зміни точки живлення показує, що переважно варіанти зміни точок живлення. Прокладка дублюючих ліній завдовжки 1,75 км. (ділянки 7-9 і 9-10) і ділянка 9-10 завдовжки 1,05 км. по території міста буде дорожче будівництва водоводів від другого вузла в додаткову точку живлення.

Будівництво ВБ (КР) у вузлі 11 недоцільно із-за пологості місцевості і підвищеної поверховості будівель в цьому районі.

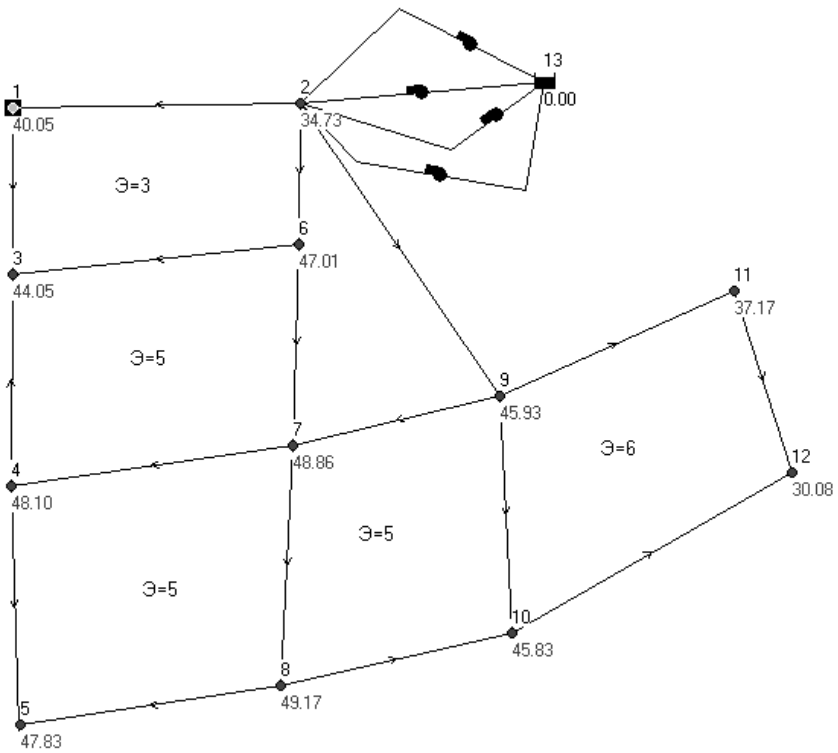
Будівництво підвищувальної НС може бути доцільним з урахуванням майбутньої 9-поверхової забудови. Крім того, можлива робота цієї НС як вузла регулювання, тобто робота лише в ті години, коли тиск в даному районі недостатньо. Проте, з погляду роботи мережі цей варіант аналогічний роботі мережі із двома точками живлення.

Таким чином, рекомендуються до подальшого вивчення варіанти:

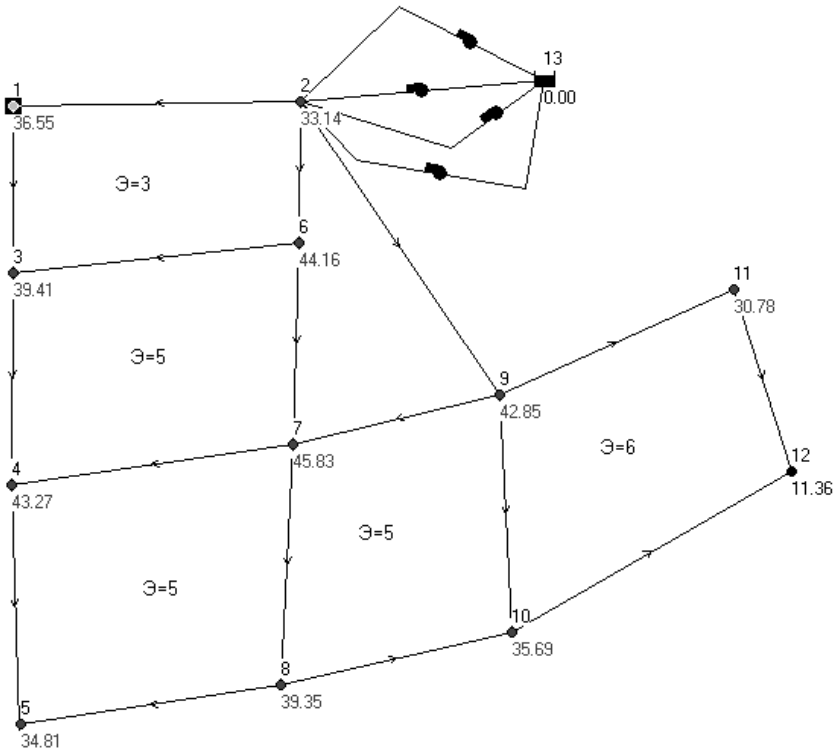
- додаткова точка живлення у вузлі 9
- або спільне живлення із вузлів 2 і 11;

Для остаточного вибору варіанту необхідно провести гідравлічні розрахунки мережі з урахуванням вибраних рекомендацій. Аналіз табл. 5 дозволяє зробити висновок, що проміжні розрахунки можна виконати на основні розрахункові режими максимального водорозбору і пожежогасінні, оскільки відхилення в тисках при інших режимах незначні.

Варіант 1 додаткова точка живлення мережі у вузол 9. Розрахункові витрати прийняті по табл.4 для випадків максимального водорозбору і пожежогасінні. Вузлові витрати не змінилися. Результати розрахунку приведені на мал. 4 і 5. Гідравлічний розрахунок показав, що при роботі наявних насосів в диктуючій крапці спостерігається дефіцит тиску у розмірі 4 м, тому для виконання умов забезпечення необхідного тиску необхідно підвищити тиск насосів на 4 м, що можна здійснити частотним регулюванням. Проте, у всіх вузлах, крім 12, спостерігається надмірний тиск.

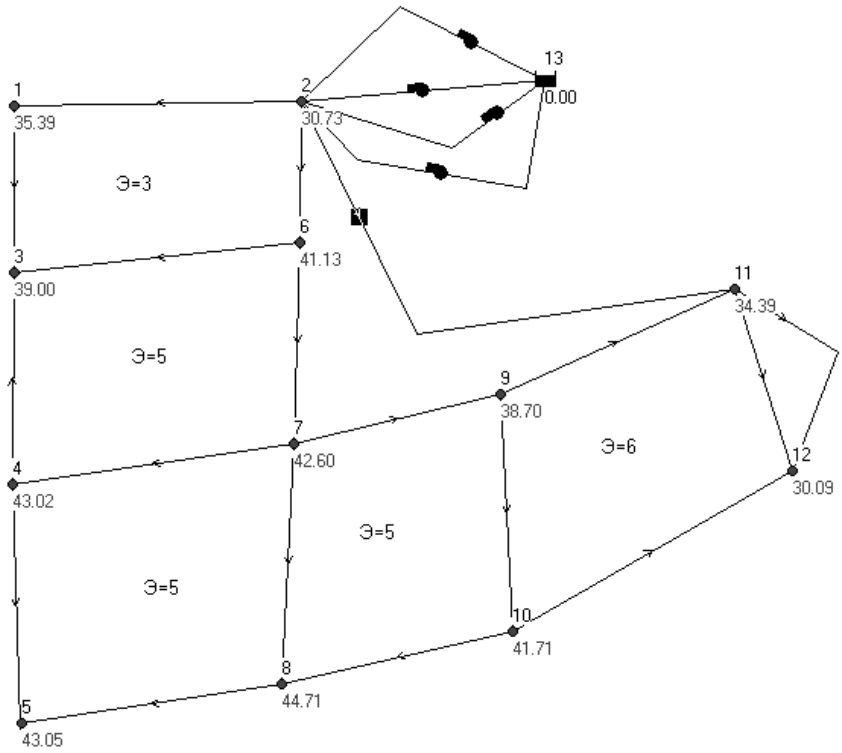


Рiс.4. Результати розрахунку мережі із додатковою точкою живлення 9 (глибоке введення) – (у вузлах вказані вільні тиски))

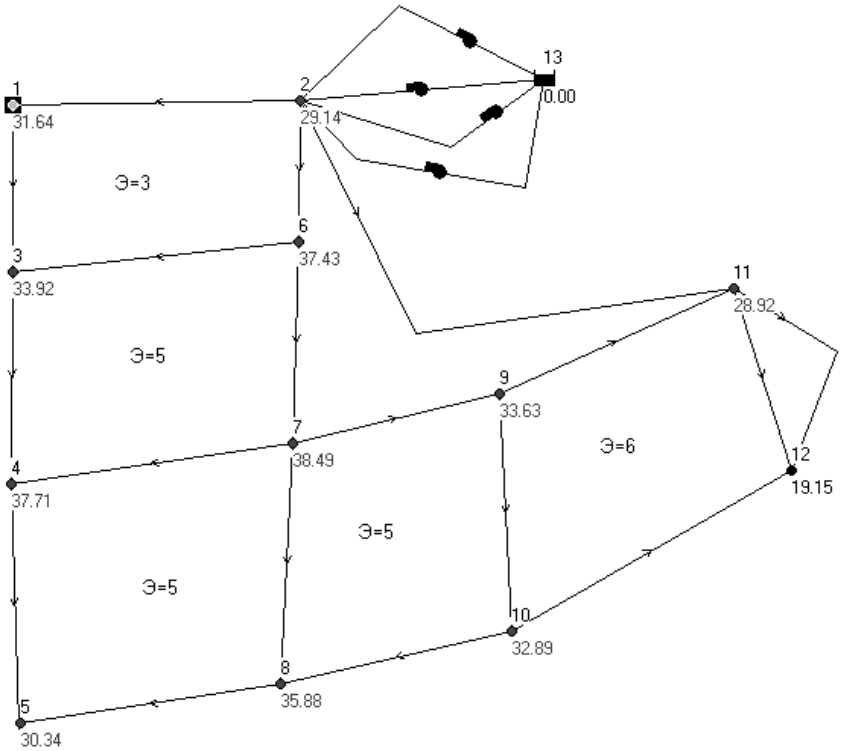


Рiс.5. Результати розрахунку мережі із додатковою точкою живлення 9 (глибоке введення) – режим пожежогасіння

Варіант 2 живлення мережі у вузлах 2 і 11. Вузлові витрати не змінюються. Потрібні тиски у вузлах 2 і 11 спочатку прийняті по поверховості забудови. Ділянка 2-11 прийнятий діаметром 300 мм завдовжки 2 км. Гідравлічний розрахунок показав, що для ділянка 11-12 перевантажена, оскільки спочатку не була розрахована на пропуск більшої витрати, тому необхідно продублювати ділянку 11-12 діаметром 200 мм. Результати розрахунку приведені на мал. 6 і 7. Аналогічно першому варіанту, в мережі спостерігається надмірний тиск в районах 3-5 поверхової забудови.



Мал.6. Результати розрахунку мережі із двома точками живлення (режим максимального водоспоживання).



Мал.7. Результати розрахунку мережі із двома точками живлення (режим пожежогасіння).

Як показав розрахунок, мережа справляється із пропуском пожежної витрати в обох варіантах.

З погляду витрат електроенергії і менших надмірних тисків доцільніше прийняти варіант 2 і 11 точок живлення.

Економія води для цього варіанту згідно методиці (1) -(3)

– діапазон зміни подачі води протягом року, тобто значення найменшої u найбільшої подачі за розрахунковий період ($Q_м$, $Q_б$);

$Q_м$=*13104* м^3/доб $Q_б$=21514 м^3/доб

– тиск $H_б$, відповідний найбільшій подачі $Q_б$; $H_б$=*30,73* м

– протитиск $H_п$ для даної схеми визначене як різниця п'єзометричної відмітки в диктуючій точці 12 і рівня води в резервуарах при НС-3;

$$H_п=71-50=21 \text{ м.}$$

– об'єм води, що подається, за розрахунковий період за рік $V_{год}$.

$$V_{год}=19310\times365=7,05 \text{ млн. м}^3\text{/год.}$$

3. Визначаємо відносну мінімальну подачу води:

$$\lambda = Q_м / Q_б = 13104/21514 = 0,61$$

4. Визначаємо відносний; протитиск в системі подачі води:

$$H_n^* = \frac{H_n}{H_б} = \frac{21}{30,73} = 0,68$$

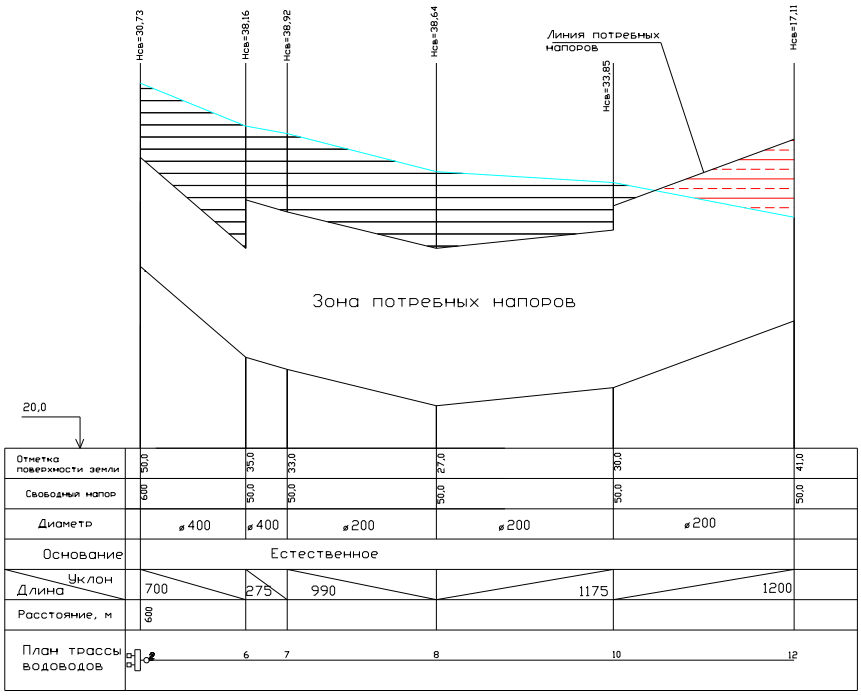
По мал. 2 при знайдених значеннях λ і H^*_n. значення відносного зниження об'єму витоків і непродуктивних витрат води складе $\Delta v^*_{\Sigma_i}$ =0,085,

4. Прогнозована економія води за рік рівна:

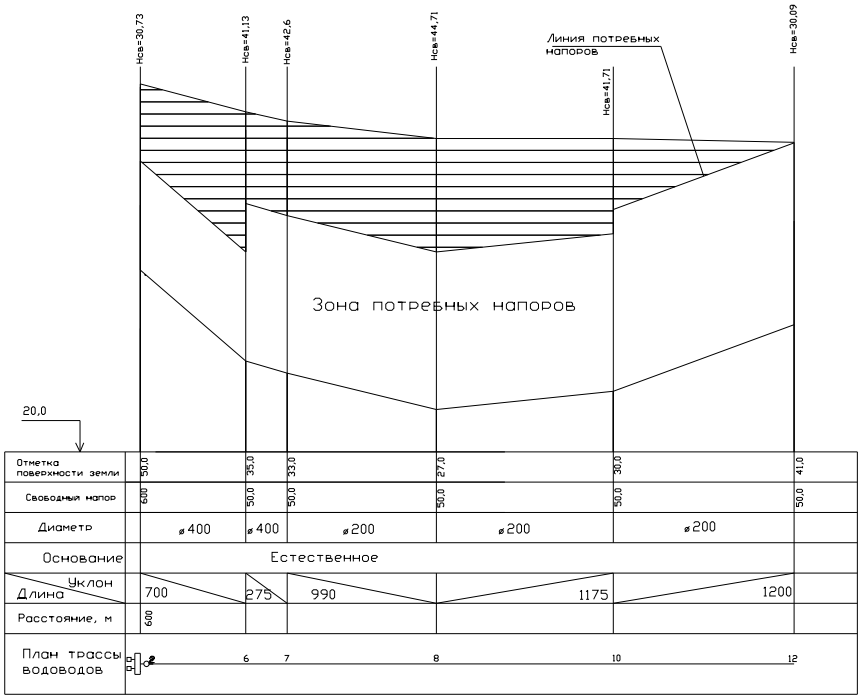
$$V_{эк.год} = \Delta v^*_{\Sigma_i} \cdot V_{год} = 0,085 \times 7,05 = 0,6 \text{ млн. м}^3\text{/рік.}$$

Таким чином, результатом реконструкції є забезпечення необхідних вільних тисків у всіх вузлах мережі при незмінній роботі насосів насосної станції (проілюстровано на Л1), а за рахунок установки частотних регуляторів досягається економія води в об'ємі 0,6 млн. м^3/рік і зниження витрат електроенергії за рахунок регулювання роботи насосів в різних режимах водоспоживання.

Результаты манометрической съемки по основному направлению сети до реконструкции



Результаты манометрической съемки по основному направлению сети после реконструкции



Зона избыточных давлений

Зона недостаточных давления

				Курсовая работа		
	Фамилия	Подпись	Дата	Кафедра Водоснабжения		
Выполнил:				Усовершенствование систем водоснабжения	Стадия	Лист	Листов
Руководитель					П		
				Результаты расчета расшивки сети, графическое изображение	ОГАСА		

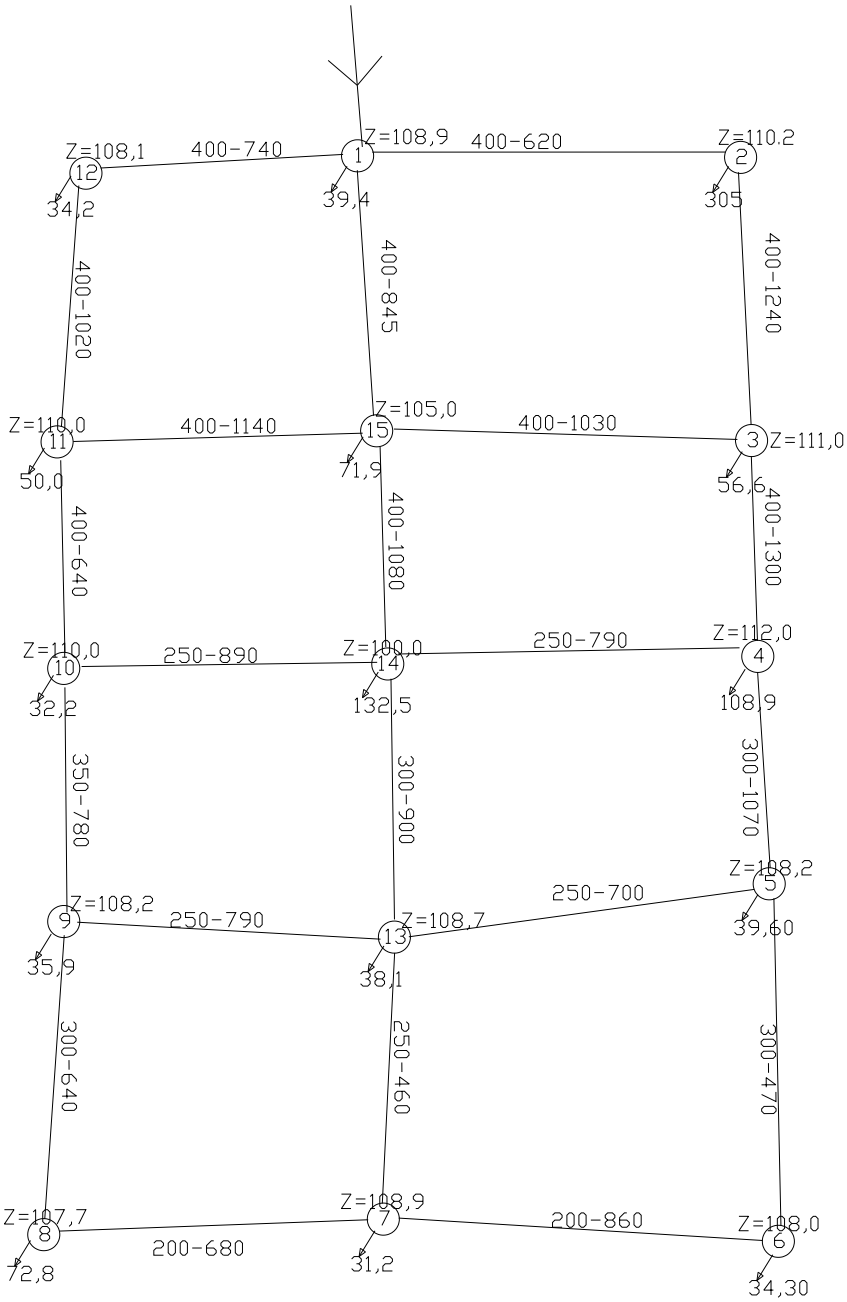
Додаток 1. Варіанти завдань до курсової роботи

Варіант / **Найменування**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Максимально добова витрата, $м^3$/доб	51720	56160	16900	36060	27320
Пожежа, л/с	2×35	2×35	2×15	2×25	2×25
$К_{доб.макс.}$	1,2	1,25	1,3	1,2	1,25
$К_{доб.мін}$	0,8	0,8	0,7	0,8	0,75
$К_{год.макс.}$	1,35	1,3	1,6	1,5	1,6
$К_{год.мін}$	0,8	0,7	0,6	0,75	0,65
Насоси	Д1250-65, Дк=400, п=1450, 2(2)	Д1000-40, Дк=540, *n=980*, 3(2)	Д500-36, Дк=525, *n=980*, 2(2)	Д500-36, Дк=470, *n=980*, 2(2)	Д1000-40, Дк=540 п=980, 2(2)
Поверховість	**3-5**	район 1-5-8-7-4-3 - **5-9**, останні - **3-5**	**3-5**	**5-6**	район 1-2-3-4-14-10-11-12-1-3, останні - **5-6**

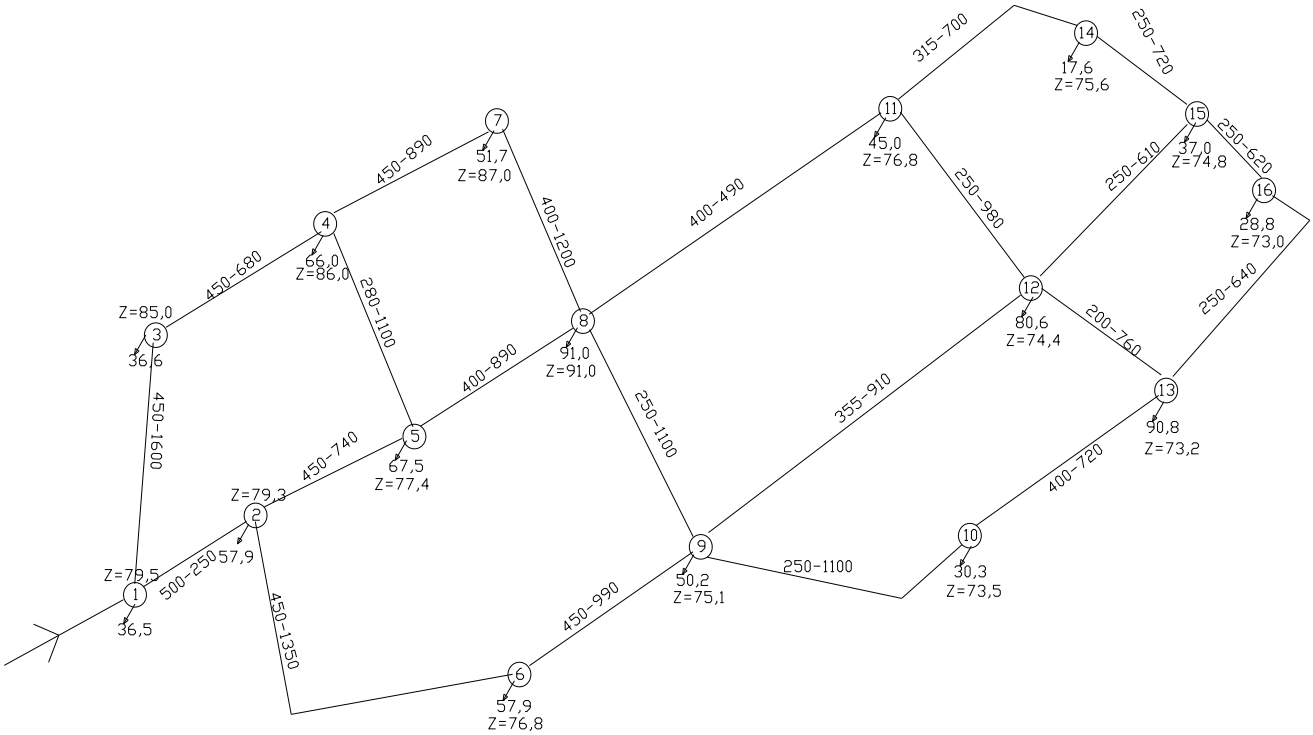
Графічна частина: дати схеми існуючої мережі і по варіантах із нанесеними ізолініями. Побудувати профілі по шляху, наприклад, 2-1-3-4-7-9-10-12 по всіх варіантах із п'єзометричними лініями і лінією потрібних тисків.

На схемах мережі вказані діаметри і довжини ділянок, у вузлах – вузлові витрати і відмітки поверхні землі.

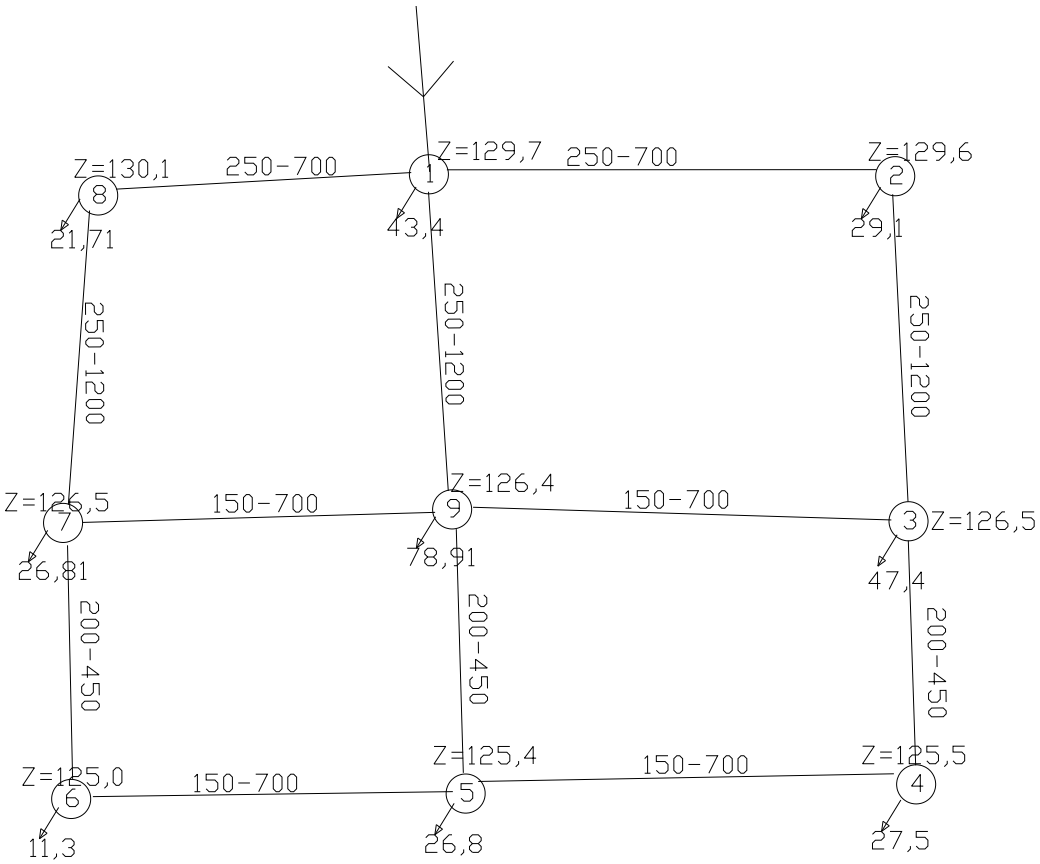
Варіант 1


Z=108,1
400-740
Z=108,9
400-620
Z=110,2
12
1
2
34,2
39,4
305
400-1020
400-845
400-1240
Z=110,0
400-1140
Z=105,0
400-1030
Z=111,0
11
15
3
50,0
71,9
56,6
400-640
400-1080
400-1300
Z=110,0
250-890
Z=100,0
250-790
Z=112,0
10
14
4
32,2
132,5
108,9
350-780
300-900
300-1070
Z=108,2
250-700
Z=108,2
9
250-790
Z=108,7
5
13
35,9
38,1
39,60
300-640
250-460
300-470
Z=107,7
Z=108,9
200-860
Z=108,0
8
7
6
200-680
72,8
31,2
34,30

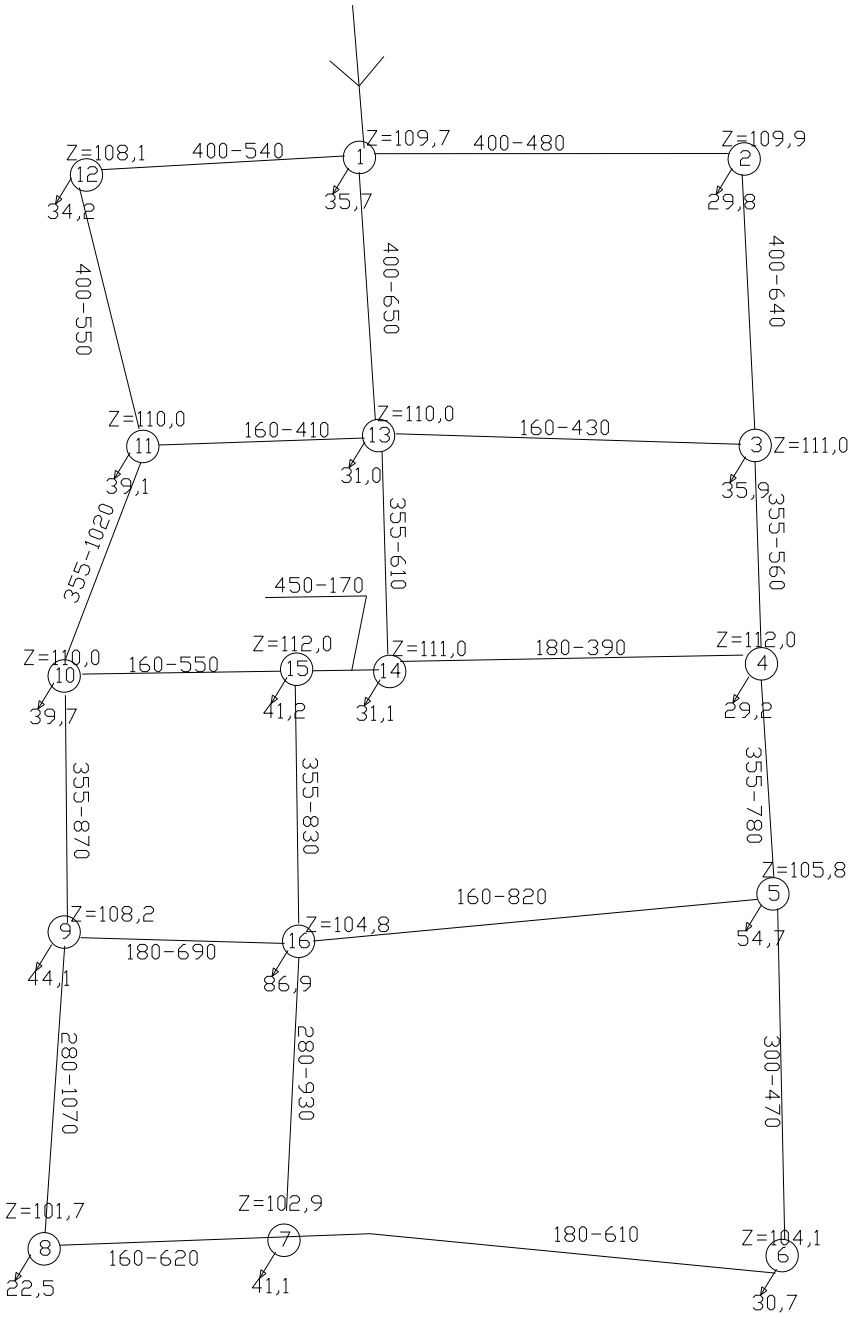
Варіант 2



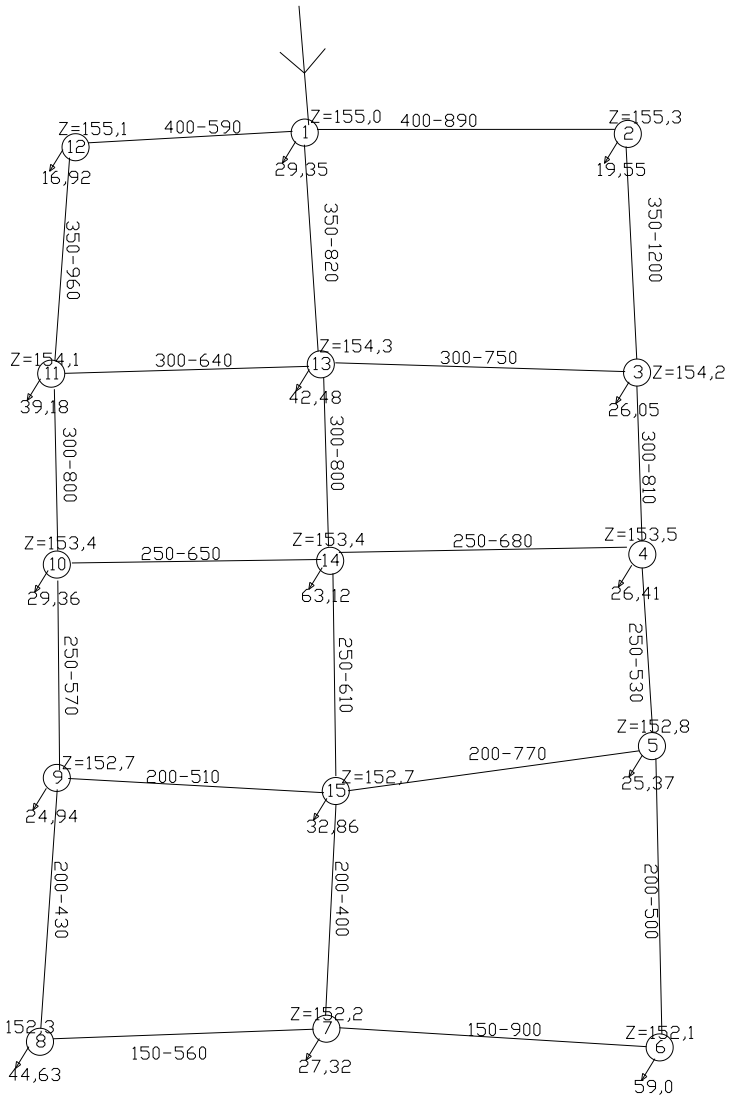
Варіант 3



Варіант 4


Z=108,1
400-540
Z=109,7
400-480
Z=109,9
12
1
2
34,2
35,7
29,8
400-550
400-650
400-640
Z=110,0
160-410
Z=110,0
160-430
Z=111,0
11
13
3
39,1
31,0
35,9
355-1020
355-610
355-560
450-170
Z=110,0
160-550
Z=112,0
Z=111,0
180-390
Z=112,0
10
15
14
4
39,7
41,2
31,1
29,2
355-870
355-830
355-780
Z=105,8
160-820
5
Z=108,2
Z=104,8
9
16
54,7
180-690
44,1
86,9
280-1070
280-930
300-470
Z=101,7
Z=102,9
180-610
Z=104,1
8
7
6
160-620
22,5
41,1
30,7

Варіант 5


Z=155,1
400-590
Z=155,0
400-890
Z=155,3
12
1
2
16,92
29,35
19,55
350-960
350-820
350-1200
Z=154,1
300-640
Z=154,3
300-750
Z=154,2
11
13
3
39,18
42,48
26,05
300-800
300-800
300-810
Z=153,4
250-650
Z=153,4
250-680
Z=153,5
10
14
4
29,36
63,12
26,41
250-570
250-610
250-530
Z=152,7
200-510
Z=152,7
200-770
Z=152,8
9
15
5
24,94
32,86
25,37
200-430
200-400
200-500
152,3
150-560
Z=152,2
150-900
Z=152,1
8
7
6
44,63
27,32
59,0

Література

1. Василенко а.А., Грабовський п.А., Ларкина г.М., Поліщук а.В., Прогульний в.І. Реконструкція і інтенсифікація споруд водопостачання і водовідведення. (навчальний посібник) Одеса: ОГАСА.- 2008. - 308с
2. Грабовський п.А., Гурінчик н.А., Ларкина г.М. Методичні вказівки по дисципліні «Обгрунтування вибору технічних вирішень систем водопостачання», - Одеса: ОГАСА, 2011.- 85 с.
3. ДБН В.2.5 - 74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.
4. http://ugpromsnab.ru/upload/files/articles/vnedrenie-preobrazovatelei-chastoty-obosnovanie.pdf.
5. Б.С.Лезнов, С.В.Воробйов. Оцінка економії води при використанні регульованого електроприводу в насосних установках систем водопостачання / Водопостачання і санітарна техніка №9, 2010р.
6. Альтшуль А. Д.. Кисельов П. Г. Гидравліка і аеродинаміка. — М.: Строїіздат. 1975.
7. Впровадження перетворювачів частоти на насосних станціях. Техніко-економічне обгрунтування ЗАТ «Комбарко» м. Москва, жовтень 2008 - 37 стор.