

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Міського будівництва і господарства
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота / проект

Магістр

(рівень вищої освіти)

на тему Аналіз ігравлічних режимів роботи міської водопровідної мережі в різних умовах водоспоживання

Виконав: студент 2 курсу, групи БЧД-183.М3
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)

освітньої програми Водопостачання та водовідведення
(код і назва освітньої програми)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

А.В. Лемешко

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Сокольников В.І.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доцент, к.т.н. Додровольська О.Т.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет факультет будівництва та цивільної інженерії
Кафедра міського будівництва і господарства
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код та назва)
Освітня програма Водопостачання та водовідведення
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Б. Гошах А.В.
« 03 » 03 20 19 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Лемешко Андрію Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Аналіз гідравлічних режимів роботи міської водопровідної мережі в різних умовах водоспоживання

керівник роботи Сокольник В.І., доцент, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «10»09 2019 року № 1543-с

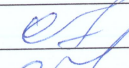
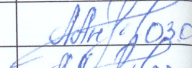

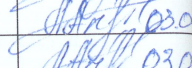
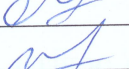
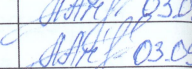
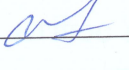
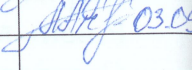
2 Строк подання студентом роботи 28.12.2019

3 Вихідні дані до роботи додаток 1

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Літературний огляд. Розрахунок водоспоживання міста. Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі міста для режимів максимального водоспоживання та транзиту; перевірочні розрахунки. Проектування насосної станції. Охорона праці.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) План міста. Ступеневі графіки водоспоживання. Пезометричні лінії для різних варіантів мережі. Насосна станція. Сумісні графіки роботи насосів та водоводів. Аналіз п'езометричних ліній для різних режимів роботи водопровідної мережі.

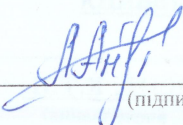
6 Консультанти розділів роботи

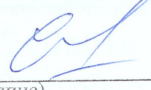
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Сокольник В.І.		 03.09
2	Сокольник В.І.		 03.09
3	Сокольник В.І.		 03.09
4	Сокольник В.І.		 03.09

7 Дата видачі завдання 3.09.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний огляд	1.10.-15.10	
2	Розрахунок водоспоживання міста	15.10.-30.10	
3	Розробка графічної частини	1.11-15.11	
4	Проектування водопровідної мережі.	15.11-30.11	
5	Гідравлічні розрахунки мережі. Аналіз.	1.12-7.12.	
6	Охорона праці	8.12-15.12	
7	Розробка графічної частини	15.12- 20.12	
8	Оформлення роботи	20.12-28.12	

Студент  (підпис) А.В. Лемешко (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)  (підпис) В.Т. Соколюк (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  Госташенко О.М.

ата

завдання
прийняв

[Signature] 03.09
 [Signature] 03.09
 [Signature] 03.09
 [Signature] 03.09

Додаток 1 до Магістерської роботи

Таблиця 1.1 Характеристика житлових районів населеного пункту

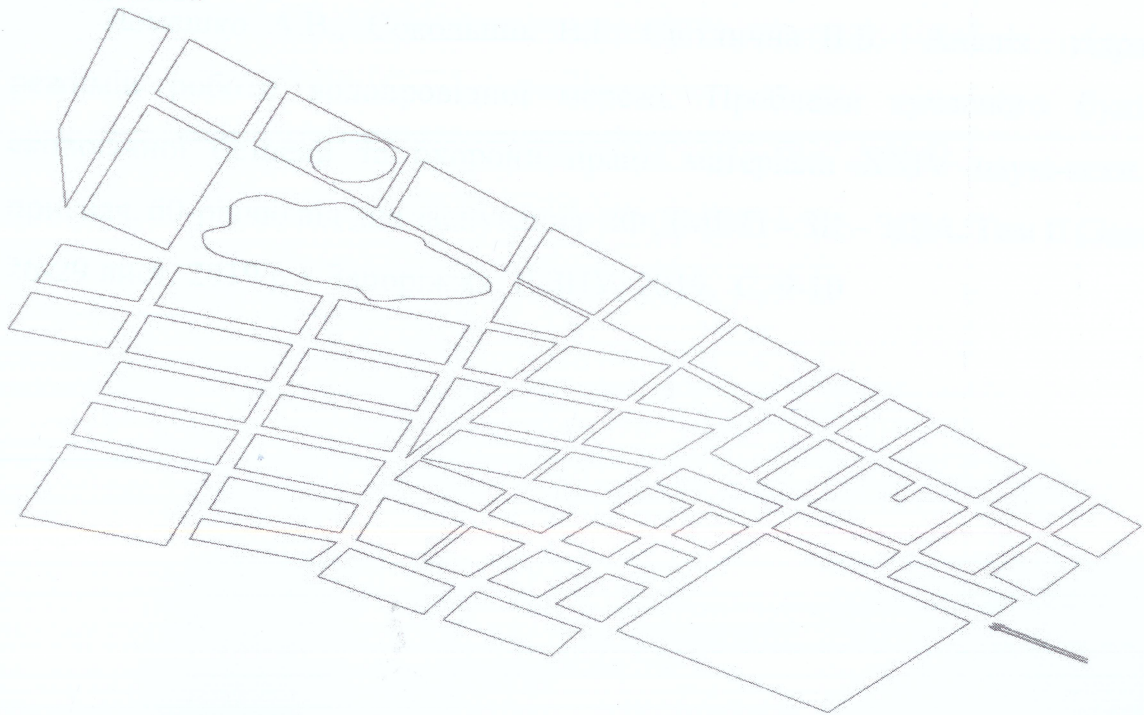
№ району	Кількість поверхів забудов	Щільність населення чол/га	Ступінь благоустрою
1	10	450	Внутрішній водопровід і каналізація із централізованим гарячим водопостачанням
2	8	320	
3	6	300	
Разом			

Таблиця 1.2 – Характеристика промислових підприємств

№	Підприємство	Графік роботи підприємства	Кількість працюючих за змінами	Об'єм Найбільшої будівля, тис. м ³	Характеристика технолог процесу	Площа підприємства, га	Ступінь вогнестійкості та пожежної безпеки
1	ПП1	1	1400	30	Іа, Іб	11,8	І кат Д
		2	1200				
		3	800				
2	ПП2	1	1200	25	Іа, Пв	16,55	ІІ кат Г
		2	1600				

Примітка

Схема міста



АНОТАЦІЯ

Лемешко А.В. Аналіз гідравлічних режимів роботи міської водопровідної мережі в різних умовах водоспоживання.

Кваліфікаційна випускна робота на здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник В.І. Сокольник. Запорізький національний університет. Факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра міського будівництва та господарства, 2019

Запроектована водопровідна мережа господарсько-питного призначення. Виконаний аналіз роботи водопровідної міської мережі з контррезервуаром для різних режимів роботи: максимального та мінімального водорозбору, максимального транзиту та середньогодинної витрати. Підібране основне обладнання насосної станції. Розроблені рекомендації щодо оптимізації проектування мережі за умов зміни водоспоживання.

Ключові слова: ТРАНЗИТ, ЖИВЛЕННЯ, БАШТА, ШВИДКІСТЬ, УВ'ЯЗКА

Результати досліджень опубліковані в збірнику:

Лемешко А.В., Сокольник В.І., Світлична В.Б. Аналіз гідравлічних режимів роботи водопровідної мережі. Проблеми сучасного будівництва екологічної безпеки та охорони праці: матеріали XXIV наук.-техн. конф., присвяч. 60-річчю від дня заснування ЗФ ДМЕТІ – ЗІІ – ЗДІА. Том II (Запоріжжя, 26-29 лист. 2019 р.). Запоріжжя: ІІ ЗНУ, 2019. С. 9-10

ANNOTATION

Lemeshko A.V. Analysis of hydraulic modes of water of municipal supply networks in different conditions of water consumption.

Qualification diploma work for a master's degree in higher education in the 192 Construction and Civil Engineering specialty, under the supervision of Sokolnik V.I. Zaporizhzhia National University. Department of Civil Engineering, Municipal Construction and Development, 2019

Designed water supply network of the household and drinking water is intended. The analysis of the work of the city water supply network with the counter reservoir for different modes of operation: maximum and minimum water intake, maximum transit and average hourly consumption. The basic equipment of the pumping station is selected. Recommendations on optimization of network design in the conditions of change of water consumption are developed.

Keywords: TRANSIT, POWER, TOWER, SPEED, CONNECTION

The research results are published in the collection:

Lemeshko A.V., Sokolnik V.I., Svetlichnaya V.B. Analysis of hydraulic modes of water supply network operation. Problems of modern construction of environmental safety and labor protection: materials XXIV scientific and technical conference scientific and technical conference dedicated to the 60th anniversary of its foundation ZF DMETI – ZII – ZSEA. Volume 2 (Zaporizhzhia, November 26-29, 2019). Zaporizhzhia: II ZNU, 2019, P.9-10

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЬКОЇ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ	8
1.1 Загальна характеристика водопровідних систем	8
1.2 Особливості режимів водоспоживання	9
1.3 Сучасні проблеми водопровідного господарства	15
1.4 Особливості гідравлічного розрахунку водопровідної мережі	20
Висновки за розділом 1	22
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ`ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	23
2.1 Характеристика міста	23
2.2 Визначення розрахункового добового водоспоживання населеного пункту	24
2.3 Визначення водоспоживання промисловими підприємствами	26
2.4 Режим водоспоживання міста	27
Висновки за розділом 2	36
РОЗДІЛ 3 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТА АНАЛІЗ РОБОТИ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ	38
3.1 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі	38
3.1.1 Розрахунок витрат	38
3.1.2 Гідравлічна ув'язка водопровідної мережі	42
3.1.3 Визначення п'єзометричних позначок та вільних напорів у вузлах мережі	50
3.1.4 Гідравлічна ув'язка водопровідної мережі В2 та В3	53
3.1.5 Визначення п'єзометричних позначок та вільних напорів у вузлах мережі В2 та В3	60
3.2 Розрахунок насосної станції II підйому	64

3.2.1	Визначення розрахункової витрати насосної станції II підйому	64
3.2.2	Розрахунковий напір насосної станції	64
3.2.3	Вибір насосів	68
3.3	Перевірочні розрахунки мережі	76
	Висновки за розділом 3	84
	РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	85
4.1	Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів	85
4.2	Основні заходи по виключенню дії шкідливих і небезпечних факторів	86
4.3	Технічні рішення по виробничій санітарії	93
4.3.1	Об'ємно-планові рішення будівель та споруд очисної станції	93
4.3.2	Виробничий шум та вібрація	94
4.3.3	Освітлення виробничих приміщень	96
4.3.5	Заходи пожежної безпеки	98
	Висновки за розділом 4	100
	Висновки та пропозиції	101
	Список використаної літератури	102
	Додатки	

ВСТУП

Актуальність роботи. Водопровідні мережі являються важливим та найдорожчим елементом системи водопостачання. Робота цих систем в першу чергу залежить від джерела водопостачання, основних користувачів та режимів роботи системи. При цьому, вони зазвичай обслуговують великі території, транспортуючи воду на великі відстані, тим самим ускладнюючі експлуатацію через нерівномірність якості обслуговування споживачів.

Ускладняється робота систем подачі та розподілу також, і завдяки нерівномірного режиму водоспоживання. На стадії проектування визначення кількості води, яке необхідне споживачам, має дуже важливе значення. Основною розрахунковою величиною для системи водопостачання завжди залишається максимальна добова витрати води. В дійсності водопровідна мережі представляє собою статичну систему, для якої кількість води яка подається користувачам змінюється в кожний момент часу і режим розбору води в мережі формується в залежності від режиму розбору в кожній квартирі у внутрішніх системах. Витрата води в будинках за годинами доби змінюється суттєво: мінімальна витрата, максимальна витрата, збільшена витрата. Прогнозування режиму водоспоживання для системи водопостачання являється одним з найбільш пріоритетних завдань.

Мета і завдання роботи. Метою роботи є виконання детального аналізу роботи водопровідної мережі в різних умовах водорозбору.

На основі наведеної інформації в роботі були сформульовані наступні завдання роботи:

- з метою моделювання роботи мережі виконати гідравлічний розрахунок водопровідної мережі для різних режимів роботи: максимальний та мінімальний водорозбір, пожежа;

- виконати дослідження та аналіз гідравлічних режимів роботи міської водопровідної мережі в різних умовах водорозбору;
- для візуалізації результатів побудувати п'єзометричні лінії.
- надати рекомендації щодо оптимізації роботи мережі та економічності системи.

Об'єкт досліджень – водопровідні мережі міста.

Предмет досліджень – розрахункові режими роботи водопровідної мережі.

Методи досліджень. Застосовані теоретичні методи досліджень.

Практичне значення отриманих результатів. На підставі наукового аналізу виконаних теоретичних досліджень, присвячених дослідженням роботи водопровідної мережі в різних умовах водоспоживання; виконані та проаналізовані гідравлічні режими роботи мережі для максимального та мінімального водорозбору, максимального транзиту та середньогодинного водоспоживання. Побудовані та проаналізовані п'єзометричні лінії. Сформульовані рекомендації щодо методик проведення гідравлічних розрахунків водопровідних мереж.

Апробація роботи. Головні положення доповідались на XXIV науково-технічній конференції студентів, магістрантів, аспірантів та викладачів, яка проходила 26-29 листопада 2019 р.

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 103 сторінках, містить 13 таблиць, 18 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЬКОЇ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ

1.1 Загальна характеристика водопровідних систем

Водопровідні системи являють собою комплекс інженерних споруд для забезпечення споживачів водою у відповідній кількості та якості. Оцінка дієздатності цих систем поперед за усе визначається ступенем забезпечення користувачів водою без зниження встановлених показників роботи. Склад систем водопостачання залежить від джерела, основних користувачів і режимів роботи. Зазвичай елементи мають різні конструктивні рішення, але в основному складаються з наступних незмінних елементів: водопровідних мереж, водоводів та насосних станцій, які виконують функції транспортування та створюють необхідний тиск; башт та резервуарів, які відіграють роль регулюючих і запасних ємностей в системі.

Системи водопостачання обслуговують великі території і транспортують воду на великі відстані, що значно ускладнює експлуатацію через нерівномірність якості обслуговування споживачів. Вода, яка подається в мережу, проходить різний шлях до окремих районів живлення. І більш віддалені райони завжди опиняються в самих несприятливих умовах обслуговування. Ускладняється робота і завдяки нерівномірності водоспоживання, яке залежить від багатьох факторів і описується законами ймовірності. Проблеми ефективної роботи всіх складових елементів поперед усе залежать від режиму використання води, який постійно змінюються, і знаходяться під впливом випадкових подій. Для можливостей виконання більш точних розрахунків системи подачі та розподілу води зазвичай задаються розрахунковими графіками відбору води з мережі.

Системи водопостачання відносяться до багатофункціональних систем, які забезпечують подачу різної кількості води з необхідною якістю до

різних категорій споживачів. Всі системи водопостачання розраховані на довготривалий термін дії і за період експлуатації якість їх функціонування може суттєво змінюватися.

Розміри та потужності окремих елементів системи водопостачання визначаються в залежності від навантаження основних елементів. Але поперед усе, інженерні споруди повинні задовольняти потребам саме того об'єкту, для якого вони проектуються. Одним із найвідповідальніших елементів комплексу інженерних споруд вважається міська водопровідна мережа, бо саме її робота тісно пов'язана із потребами користувачів. Основою для визначення навантаження на систему водопостачання є необхідна кількість води, режим її використання з мережі, необхідні напори. Кожний населений пункт представляє собою комплекс різних категорій користувачів води і підпорядковується їх потребам. Забезпечення розрахункових режимів роботи водопровідних мереж можливе тільки у взаємодії з іншими спорудами: водоводами, напірно-регулювальними спорудами (РЧВ та водонапірними баштами) та насосними станціями, що живлять водопровідну мережу. [1].

Водопровідна мережа як елемент системи водопостачання відіграє важливу роль у забезпеченні надійності функціонування всієї системи. Під розподілом води розуміють забезпечення розрахункових витрат води по всім користувачам під необхідним тиском [2].

1.2 Особливості режимів водоспоживання

За основу всіх розрахунків водопровідних мереж приймаються розрахункові добові витрати води об'єктами водоспоживання. І саме від режиму роботи водопровідної мережі залежить робота всіх інших споруд: насосів насосної станції, регулюючих резервуарів.

Найбільш уразливою ділянкою системи водопостачання є водопровідні мережі, які знаходяться під впливом багатьох зовнішніх

чинників: кількості джерел живлення, місцем розташування, конфігурацією території, яку вони обслуговують, рельєфом місцевості. До завдань проектування при обґрунтуванні оптимального режиму роботи системи водопостачання та її окремих елементів входять як встановлення графіків водокористування і визначення добових витрат води, так і визначення взаємних місць розташування об'єктів.

Об'єми та режими водоспоживання в системі водопостачання змінюються безперервно. Складність фактичної картини відборів води із мережі міських водопроводів вимушує замінювати дійсну схему відборів деяких розрахункових схем, і умовно передбачати, що всі відбори води зосереджені в вузлах мережі. При вірному призначенні цих відборів подібна розрахункова схема достатньо близько імітує дійсний режим роботи мережі.

В процесі проектування для розрахунку мережі необхідно раціонально призначити потоки води по лініям мережі, визначити економічно вигідні діаметри труб ліній мережі, тобто діаметри, при яких величина приведених витрат по системі подачі води найменша. У самому загальному вигляді задача проектування та розрахунку мережі складається до створення такої мережі, яка повністю забезпечує можливість отримання необхідних відборів та тиску в її вузлах, має найкращі економічні показники та забезпечує надійність подачі води. Також, на стадії проектування до відповідальних завдань відносять визначення розмірів окремих споруд: насосів, мереж, резервуарів, які дозволяють отримати найбільш економічне рішення системи в цілому. На практиці використовуються як методи прямих розрахунків так і методи варіантного проектування та економічної оцінки.

[3]

На витрату води на господарсько-питні потреби завжди впливають багато різноманітних факторів: кліматичні умови, ступінь благоустрою будівель, режим та спосіб життя населення, вид трудової діяльності, кількість населення та виробничих підприємств, характер продукції. Для діючих систем водопостачання потреби у воді нескладно визначити при

обробці експериментальних даних, а для системи, яка знаходиться на стадії проектування – по аналогії із діючими. Основним розрахунковим параметром для системи водопостачання завжди є максимальна добова витрата води. Для вибору найбільш економічного режиму роботи насосної станції необхідно мати картину динаміки відбору води користувачами із водопровідної мережі за годинами доби, для чого для розрахунків вводиться коефіцієнти годинної нерівномірності, отримані на узагальнені великої кількості експериментальних даних, виходячи із умови що витрата води на протязі одного часу не змінюється.

Останнім часом експлуатація водопровідних мереж ускладнюється значним зниженням попиту на послуги водокористування. Стрімке зниження водоспоживання в Україні простежується з початку її незалежності та триває до теперішнього часу. Особливо гостро ця проблема постає для систем водопостачання населених пунктів з середньою та значною чисельністю населення. Величини і режими водоспоживання впливають на роботу водопровідних мереж і якісне водопостачання забезпечується у тому випадку, коли процеси подачі і споживання води між собою збалансовані.

А зі зміною економічної системи господарювання, тенденції раціонального використання води в побуті та на промислових підприємствах, які призводять до зменшення попиту на воду будуть тільки продовжуватися і в наступні роки.

Найбільш відповідальною ділянкою системи водопостачання є водопровідні мережі. Порушення у роботі водопровідної мережі зазвичай призводять до перебоїв у водопостачанні або призводять до повного припинення подачі води. Таким чином водопровідна мережа як елемент системи водопостачання відіграє немаловажну роль у забезпеченні функціонування всієї системи водозабезпечення. І тому, її робота повинна бути дуже добре вивчена та досліджена. На сьогодні дуже мало досліджень і розрахунків проводиться в області побудови та аналізу гідравлічної

характеристики мережі. Система повинна бути побудованою так, щоб будь-які випадкові події не спричинили недопустимих порушень нормального водозабезпечення.

Водопровідна мережі являється статичною системою, для якої кількість води яка подається користувачам змінюється в кожний момент часу.

В кожний інший момент часу кількісний і якісний склад споживачів води відрізняється від початкового і режим розбору води в мережі формується в залежності від режиму розбору в кожній квартирі у внутрішніх системах, при цьому підпорядковується теорії ймовірності. Режим водокористування залежить від кількості водорозбірних приладів в квартирі, числа користувачів, кількості поверхів та призначення будинку. Розрізняється нерівномірність використання води за годинами доби, дням тижня та сезонам року. Витрата води в будинках за годинами доби змінюється суттєво: мінімальна витрата, максимальна витрата, збільшена витрата. Прогнозування режиму водоспоживання для системи водопостачання являється одним з найбільш важливих завдань.

Сучасний стан систем міських водопроводів, при збільшенні кількості одночасно використовуваних джерел водопостачання, насосних станцій та регулюючих резервуарів потребує від комунального господарства удосконалення методів розрахунку систем подачі та розподілу води.

Перед проектувальниками лежить завдання розробки інженерних систем, які задовольняють вимогам надійності та економічності, працюючих в умовах мінливого режиму водоспоживання, що супроводжується циклічними змінами. При цьому, системі необхідно гарантувати забезпеченість споживачів водою при можливих пікових навантаженнях та при будь-яких відмовах елементів системи, а також забезпечення економічно доцільної роботи системи в періоди малих навантажень.

В цілях ймовірної оцінки пікових навантажень для обґрунтованого призначення розрахункових витрат та режиму роботи елементів сучасної системи вивчається закономірності водопостачання та накопичуються статистичні дані по фактичним об'єктам та режимам водоспоживання.

Всі гідравлічні розрахунки систем подачі та розподілу води базуються на залежності між витратами води Q і відповідними напорами H , як в окремих елементах системи, так і в їх комбінаціях, або в комплексі всієї системи в цілому. Для кожного елемента гідравлічної системи має місце певна залежність між відповідними величинами Q і H , яка виражається аналітично або графічно.

Гідравлічний розрахунок водопровідних мереж при різних навантаженнях на систему дає вихідні дані для підбору насосів, що встановлюються на насосній станції II підйому. Відцентрові насоси змінюють подачу в залежності від зміни напорів в мережі, які залежать від втрат напору на ділянках, і змін рівня води в баку водонапірної башти, тому намічений режим роботи насосів за параметрами Q і H для визначення режиму роботи мережі є наближеним. Це вимагає постійного корегування режимів роботи насосів ще на стадії проектування.

Сьогодні досвід експлуатації існуючих водопроводів населених пунктів завдяки обробки статистичних даних дає можливість сучасним проектувальникам при розрахунках спиратися на питоме водоспоживання. Відомо, що кліматичні умови, такі як: температура, вологість повітря, кліматична зона збільшують потреби у воді приблизно на 3-7%. Соціальні фактори, такі як відношення до води, режим життя, соціальний статут, заселеність і благоустрій квартир змінюють господарсько - гігієнічну потребу людини на 30-40%.

І хоча водоспоживання є випадковим і некерованим процесом при проектуванні і експлуатації систем подачі і розподілу води, режими водоспоживання задаються нормованими графіками відбору води впродовж доби, року. Основними аспектами ефективного керування системою подачі

та розподілу води являються прогнозування добової та годинної витрати та планування об'ємів подачі води в мережу. Саме від добової і погодинної потреби води залежить режим роботи насосних станцій та гідравлічні характеристики розподільчої мережі. [5].

Розрахункове добове споживання питної води населенням із системи централізованого водопостачання визначається [6]:

$$Q_d = \frac{N_i \times q_i}{1000}, \quad (1.1)$$

де q_i – питоме господарсько-питне водоспоживання на одного жителя, л/добу, N - розрахункова чисельність жителів.

Сезоні коливання на протязі року відображаються літніми і зимовими графіками. Влітку середньодобове водоспоживання зменшується на 20-30 %, що пов'язується із зміною укладу життя населення: відпочинок на природі, за містом; припиненням подачі гарячої води, опалення.

В розрахунках ці коливання оцінюються коефіцієнтом добової нерівномірності: найбільшим $K_{\max} = 1,1 - 1,3$; найменшим $K_{\min} = 0,7 - 0,9$. Протягом доби погодинні витрати також мають значні коливання, які враховуються найбільшим та найменшим коефіцієнтами годинної нерівномірності відповідно [6].

Розрахункові витрата води за добу найбільшого та найменшого водоспоживання визначаються по формулам :

$$Q_{\text{доб.макс.і}} = K_{\text{доб.макс.і}} \times Q_{\text{доб.і}} \quad (1.2)$$

$$Q_{\text{доб.мін.і}} = K_{\text{доб.мін.і}} \times Q_{\text{доб.і}} \quad (1.3)$$

де $K_{\text{доб.макс.і}}$ - максимальний коефіцієнт добової нерівномірності,

$K_{\text{доб.мін.і}}$ - мінімальний коефіцієнт добової нерівномірності.

Коефіцієнти добової нерівномірності водоспоживання залежать від режиму роботи підприємств, благоустрою населеного пункту.

Величину витрат за кожну годину характерних діб визначають на основі вивчення реального водоспоживання для різних міст за розробленим типовим розподілом режимів в залежності від коефіцієнтів годинної нерівномірності.

Очевидним фактом вважається, що збільшення кількості мешканців населеного пункту призводить до більш рівномірного водоспоживання, а зменшення кількості – до більш нерівномірного водоспоживання. Кожний користувач використовує воду за своїм особистим режимом, і чим більша кількість мешканців, тим менша одночасність використання води. І навпаки, при меншій кількості споживачів одночасність використання збільшується і тим виразнішими будуть пікові навантаження. [7].

Відміна дійсного режиму водоспоживання від прийнятого для розрахунку не створює особливих труднощів тому, що може бути компенсована відповідною корекцією експлуатаційних графіків подачі води насосами. Прогнозування водоспоживання необхідне для планування подачі води для станції водопідготовки, а погодинний план подачі води визначає оптимальні гідравлічні параметри роботи системи: тиск на трубопроводах насосної станції, тиск в розподільчій мережі.

Слід відзначити, що коефіцієнти добової нерівномірності були визначені в результаті обробки великого масиву даних по водоспоживанню, який дуже різниться із сучасним водоспоживанням. Тенденції здорожчання води в комунальному господарстві країни суттєво вплинули на режими використання води. Відомо, що тільки установка водолічильників зменшує витрату води на 33%, підвищення вартості в 2 рази знижує її витрату на 20-30%. Велику роль у зменшенні витрат води відіграє і пропаганда економії.

1.3 Сучасні проблеми водопровідного господарства

Стрімке зниження водоспоживання в Україні простежується для систем водопостачання населених пунктів з середньою та значною чисельністю населення.

Зменшення продуктивності системи подачі та розподілу води (СПРВ), за незмінних геометричних розмірів самої системи, зумовлює транспортування води з наднизькими швидкостями руху, що створює сприятливі умови для її вторинного забруднення. Зміна тривалості перебування води в СПРВ супроводжується незворотними процесами її руйнування: змінюється гідравлічний режим роботи мережі, зменшується кількість розчиненого у воді кисню, змінюються склад та концентрація домішок, посилюються біохімічні процеси на внутрішній поверхні труб. [10].

Як і поодиноці, так і разом всі ці наслідки впливають на якісні показники питної води і стан самої водопровідної мережі. [7].

Система водопостачання відноситься до багатофункціональної і надійність її роботи оцінюється по виконанню всіх функцій. Для систем водопостачання населених міст, крім основної функції забезпечення водою населення, такою функцією являється ще і забезпечення подачі води потрібної якості.

Проблема погіршення якості питної води в системах зберігання та її розподілу стосується і старих протяжних водопровідних мереж зі сталевих трубопроводів, що являють собою найвразливішу ділянку водопровідного господарства України. В умовах зниження водоспоживання, внаслідок незбалансованої роботи СПРВ, на деяких ділянках діючих систем протягом годин доби утворюються зони недостатнього або надлишкового тиску в мережі. [10].

Також підприємствам водопостачання необхідно вирішувати і інші, не менш важливі проблеми. До них належать:

– екологічні втрати, у тому числі збиток, що наноситься здоров'ю населення неякісною водою;

– втрати, пов'язані з аварійністю у результаті розривів водопровідних систем і витоків води;

– енерговитрати, які за даними аналітиків в собівартості продукції підприємств водопостачання складають 40-60%;

– втрати, що виникають в результаті розкрадань – несанкціоноване підключення до водопровідних мереж;

– збиток від підтоплення, яке є наслідком витоків води з трубопроводів системи водопостачання;

– зниження стійкості і надійності системи водопостачання в цілому.

Водопровідно-каналізаційне господарство України знаходиться в критичному стані, причинами якого є:

– відсутність достатніх капітальних витрат на утримання системи водопостачання та водовідведення протягом тривалого часу;

– низький рівень обслуговування та експлуатації мереж і інфраструктури водопостачання та водовідведення;

– високий коефіцієнт аварійності в секторі водопостачання та водовідведення, що перевищує аналогічний параметр західних країн в 10-100 разів;

– більшість підприємств сектора муніципального водопостачання та водовідведення багато років працюють в умовах надзвичайної ситуації.

Це призвело до вкрай негативних наслідків: руйнування водопровідно-каналізаційного господарства, погіршення якості послуг. Щороку збільшується кількість аварій на мережах водопроводу, каналізації, очисних та водопровідних спорудах.

КП «Дніпроводоканал» є одним із українських підприємств з типовими системами водопостачання, водовідведення та очистки стоків, які зазвичай, експлуатуються з незадовільним технічним станом. Споживання електроенергії КП «Дніпроводоканал» на підйом та перекачування води, транспортування та очистки стоків в базовому періоді є високим, що

призводить до нераціонального використання енергоресурсів та значних фінансових витрат.

Сучасний рівень використання системи водопостачання середньостатистичного міста позначається такими тенденціями:

- висока рівень енерговитрат виробничих процесів;
- незадовільний стан міських мереж.

При цьому значна частка водопровідних мереж перебуває у гостро аварійному стані; – складний економічний стан підприємства, на який впливає зростаюча заборгованість населення за спожиті послуги. Постійне зношення устаткування, застарілі технологічні схеми, відсутність модернізації споруд та водопровідних, каналізаційних мереж в цілому, відсутність введення нових технологій, призводять до:

- неефективного та надмірного споживання електроенергії;
- неефективної очистки води.

Постанови і закони, прийняті Верховною Радою і урядом України, зокрема Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 рр., спрямовані на раціональне використання, економну витрату води і запобігання виснаженню водних резервів. При цьому наголошується на необхідності прискорення темпів будівництва водоохоронних об'єктів, збільшення потужності систем оборотного і повторного використання вод, розроблення і впровадження на підприємствах безстічних систем водокористування, поліпшення якості питної води.

До ключових проблем водопровідно-каналізаційного господарства слід віднести не тільки незадовільний технічний стан та зношеність основних фондів, застосування застарілих технологій та обладнання в системах водопостачання, що негативно впливає на якість послуг та їх собівартість, але і на високий рівень втрат питної води з систем подачі та розподілу води; недостатній рівень оснащеності загальнобудинковими приладами обліку води багатоквартирного житлового фонду.

Таким чином якість води, що потрапляє до кранів користувачів, суттєво відрізняється від якості води, яка потрапляє до водопровідної мережі. Такі зміни якості води супроводжується зміною стану і самої мережі, яка руйнується. Застійні зони сприяють осіданню осаду в трубах, змінюють режим руху води, збільшують шорсткість та гідравлічний опір труб, тим самим створюючи умови для розвитку мікроорганізмів. Повторному забрудненню питної води у трубах сприяють і процеси раптової зміни руху води в ній.

Із інформаційних джерел відомо, що з метою попередження негативного впливу осадів, що накопичуються у трубах, на якість води, поліпшення гідравлічних характеристик водопровідної мережі в практиці її експлуатації широко застосовуються різноманітні методи стабілізації якості води та відновлення працездатності мережі. Найбільш відомими та дієвими є заміна труб мережі, додавання у водопровідну воду сполуки фосфору, вдосконалення експлуатаційних параметрів мережі та робіт з її обслуговування, періодичне проведення промивки й періодичне очищення водопровідної мережі. Також, серед чинників, які впливають на якість води, що поступає до водоспоживачів, відзначають і застосування надмірних діаметрів труб водопровідної мережі та порушення гідравлічних параметрів її роботи. [12]. Указані обставини обумовлюють суттєві зміни в поточкорозподілі води в існуючих водопровідних мережах міст, що потребує виконання нових гідравлічних розрахунків та розроблення рекомендацій щодо оптимізації функціонування системи подачі та розподілу води. [9].

Реконструкція та оптимізація мереж систем водопостачання великих міст виконується, як правило, відповідно до теоретично розроблених методик. Основною проблемою при цьому є врахування індивідуальних умов функціонування системи розподілу води, адже з часом водопровідні мережі, водогони і насосні станції зазнають суттєвих змін. Викликано це розвитком міст (будівництво нових житлових районів із висотними будівлями), перебудовою структури розподільчої мережі

(прокладання нових ділянок та районування водопровідної мережі, влаштування підвищувальних насосних станцій), утворенням відкладень на внутрішній поверхні труб, погіршенням якості води у кінцевих (тупикових) ділянках мережі через застійні явища і т. ін.

Широко розглядається питання якості води в роботі автора О. О. Мацієвської, яка зауважує, що останнім часом мешканці Львова відбирають з міського водопроводу менше води через збільшення вартості послуг з водопостачання та водовідведення. Робота існуючої трубопровідної мережі, розрахованої на більшу пропускну здатність, у таких умовах призводитиме до зменшення швидкості руху води та збільшення тривалості знаходження води у мережі, а отже, до зменшення нормованої концентрації вільного залишкового хлору у воді. Завищені діаметри труб розподільної мережі є причиною погіршення гідравлічних показників її роботи. [8].

Слід відзначити, що тенденції раціонального використання води в побуті та на промислових підприємствах, які призводять до зменшення попиту на воду будуть тільки продовжуватися. Все більша частина населення застосовує ресурсозберігаючу техніку (пральні машини, водонагрівачі, посудомийні машинки), тим самим заощаджуючи матеріальні та фінансові ресурси. Таким чином, і далі очікується зменшення продуктивності очисних споруд, насосних станцій, та системи розподілу води.

Згідно вищесказанного, одним із пріоритетних завдань комунальних господарств є детальне вивчення та аналіз питань роботи водопровідної мережі в умовах зміни структури водорозбору, для розробки довгострокових рішень по відновленню та підвищенню ефективності роботи для задоволення господарсько-питних потреб населення водою.

1.4 Особливості гідравлічного розрахунку водопровідної мережі

Питання гідравлічних розрахунків водопровідних мереж досліджувалися ще на початку 30-х рр. ХХ століття. Основоположники в галузі водопостачання – В.Г. Лобачов, М.М. Андріяшев, М.М. Абрамов, Л.Ф. Мошнін, Ф.О. Шевельов, О.О. Білан, Х. Кросс та інші [9] – практично повністю розв'язали проблему створення теоретичних методів саме гідравлічних розрахунків водопровідних мереж для систем водопостачання населених пунктів і промислових об'єктів.

Продовжують активні дослідження у напрямі вдосконалення розрахунків водопровідних мереж вітчизняні професори П.Д. Хоружий, О.А. Ткачук, А.М. Тугай, В.О. Орлов та інші. Відомі дослідження з наведених питань за кордоном [9], які підтверджують актуальність розрахунків і аналізу функціонування систем водопостачання.

Гідравлічний розрахунок водопровідних мереж полягає у встановленні діаметрів труб, достатніх для пропуску заданих витрат води і у визначенні витрат напору. Останнє необхідно для визначення висоти водонапірних башт і напору, який повинні створювати насоси. При розрахунку водопровідної мережі припускають, що промисловим підприємствам (для виробничих та господарсько-питних потреб) вода подається у вигляді зосереджених витрат, а для господарсько-питних потреб) в містах і населених пунктах – рівномірно.

Втрати напору необхідно знати для визначення висоти водонапірної башти і потрібного напору насосних станцій. Споруди водопроводу повинні мати пропускну здатність, достатню для всього розрахункового терміну його дії. За розрахункову витрату приймають витрату в години максимального водорозбору діб з найбільшим водоспоживанням. І класично кільцеву водопровідну мережу розраховують декілька разів: для години найбільшого водоспоживання і випадків пожежі в годину максимального водоспоживання. При визначенні діаметрів труб ділянок мережі потрібно знати розрахункові витрати води для цих ділянок, тобто кількість води, яка буде проходити через них в розрахункові періоди роботи системи.

Економічний розрахунок магістральної мережі міста має важливе значення, так як водопровідна мережа - найдорожчий елемент водопроводу. Для розрахунку мережі потрібно перш за все встановити розрахункові витрати води по ділянках мережі. Якщо число водорозбірних точок невелике і в кожній точці зосереджений певний за величиною витрата води, то в розрахунковій схемі водовіддачі можуть бути враховані всі зосереджені витрати.

У більшості випадків відбір води з мережі проводиться в багатьох точках і виходить велика кількість розрахункових ділянок, а розрахунок мережі виходить трудомістким, тому в міських водопровідних мережах приймають схему рівномірно розподіленого відбору води на господарсько-питні потреби населення. На практиці гідравлічний розрахунок мережі виконується за спрощеною умовною схемою, при якій відбір великих водоспоживачів (промислові і сільськогосподарські підприємства, подача води в ємності, пожежні відбори та ін.) враховують у вигляді зосереджених відборів у відповідних точках мережі (вузлові точки).

Висновки за розділом 1

Процес функціонування діючих водопровідних мереж достатньо складний, надійність будь-якої системи водопостачання визначається складною спроможністю в часі зберігати встановлені параметри.

Тому питання виконання гідравлічних розрахунків водопровідних мереж вважається актуальним для фахівців водного господарства і сьогодні. Сучасні тенденції господарювання вносять свої корективи щодо сучасного водоспоживання; суттєві зміни в поточному розподілі води в існуючих водопровідних мережах міста, потребують виконання нових гідравлічних розрахунків та розроблення рекомендацій щодо оптимізації функціонування систем подачі та розподілу води.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика міста

Централізована система водопостачання об'єкта дослідження однорівнева, господарсько-питного та протипожежного призначення. Джерелом водопостачання прийняті річкові води, якісна характеристика яких відповідає державним нормам [10]. Річкова вода очищається на очисних спорудах і насосною станцією 2-го підйому подається в загальну водопровідну мережу. Магістральна водопровідна мережа міста за накресленням прийнята кільцевою і утворює 13 кілець, що гарантує надійну роботу магістральної мережі у випадку аварії на ділянках та рівномірне охоплення територію міста. Водопостачання житлових кварталів здійснюється за допомогою розподільчої мережі і складається із ліній, які прокладаються по всім вулицям та проїздам. Сумарна довжина магістралей та перемичок складає 20,330 км.

Досліджуване місто має спокійний рельєф, різниця геодезичних позначок несуттєва, площа території населеного пункту невелика, вимоги різних користувачів до тиску в мережі майже однакові. Схема живлення водопровідної мережі двобічна. Подача води до мережі здійснюється насосною станцією другого підйому, яка розташована на відстані 2,2 км. Водонапірна башта приєднується до водопровідної мережі в т. 21, насосна станція другого підйому в т.1.

Висотна забудова міста представлена в основному 6, 8, та 10 поверховими будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом і каналізацією із централізованим гарячим водопостачанням.

2.2 Визначення розрахункового добового водоспоживання населеного пункту

Визначення обсягів водоспоживання виконується згідно з кількістю жителів, нормами водоспоживання.

Добова витрата питної води населенням із системи централізованого водопостачання визначається за формулою 1.1.

q_i – питоме господарсько-питне водоспоживання на одного жителя, л/добу, 240 л/доб для всіх трьох районів населеного пункту [б, табл.1]

N - чисельність жителів.

Розрахункова витрата води для окремих районів за добу найбільшого та найменшого водоспоживання визначаються по формулами 1.2 та 1.3 відповідно.

Коефіцієнти добової нерівномірності водоспоживання, які залежать від режиму роботи підприємств, благоустрою населеного пункту, згідно [б, п. 6.1.2] приймаються однаковими для трьох районів: $K_{доб.макс.i} = 1,1$, $K_{доб.мін.i} = 0,7$

Результати розрахунку добової витрати води на господарсько-питні потреби представлені в табл. 2.1

Добова витрата води на поливання вулиць та зелених насаджень визначається за витратою води на поливку вулиць в перерахунку на одного мешканця, згідно [б, прим. табл. А2] питома витрата, яка залежить від приналежності до кліматичного району, потужності джерела водопостачання приймається $g_{пит.пол.1} = 60$ л/ (доб*чол),

Із загальної витрати води на полив 30% використовується двірниками, а 70% - машинами. Результати розрахунків наводяться в табл. 2.2

Таблиця 2.1 Добові витрати води на господарсько-питні потреби населення міста

Райони населеного пункту	Розрахункова чисельність мешканців, чол	Питома середньодобове водоспоживання,	Коефіцієнти добової нерівномірності		Добові витрати води, м ³ /доб		
					$K_{доб.макс}$	$K_{доб.мін}$	$Q_{доб}$
1	59805	240	1,1	0,7	14353,0	15789,0	10047,0
2	39376				9450,0	10395,0	6615,0
3	25227				6055,0	6660,0	4238,0
	124408				29858,0	32844,0	20901,0

Таблиця 2.2 – Добова витрата води на поливання вулиць та зелених насаджень

Райони населеного пункту	Розрахункова чисельність мешканців,	Питома витрата на поливку л/доб*чол	Добові витрати води на поливання, м ³ /доб		
			Разом по району	двірниками	машина ми
1	59805	60	3588,3	1077,0	2512,0
2	39376		2362,56	709,0	1654,0
3	25227		1513,62	454,0	1060,0
	124408		7464,48	2239,0	5225,0

2.3 Визначення водоспоживання промисловими підприємствами

Витрата води на промислових підприємствах складаються з витрат на господарсько-питні потреби робітників, прийом душу та виробничі потреби. Витрата води на господарсько-питні потреби робітників, які зайняті на виробництві, визначаються для кожної зміни, виходячи із кількості робітників та питомої витрати води на одного робітника.

Питоме водоспоживання приймається для гарячих цехів - 45 л/зміну на 1 робітника, для холодних цехів - 25 л/зміну на 1 робітника, згідно [11].

Розрахунок витрат виконується в табл. 2.3

Витрата води на використання душу на промисловому підприємстві визначається по формулі:

$$Q = 0,5 \times \sum \frac{N_i}{n_i}, \quad (2.1)$$

де 0,5 – годинна витрата води на одну душову сітку [11] м³

N_i – загальна кількість працюючих, які зайняті у виробничому процесі, чол

n_i – розрахункова чисельність чоловік на одну душову сітку для кожної санітарної групи виробничого процесу, чол. [11]

Розрахунки по визначенню витрат води на використання душу на промислових підприємствах зводяться в табл. 2.4

Розрахункова витрата води на пожежогасіння на обох промислових підприємствах з об'ємом найбільшої будівлі 30 та 25 тис.м³ відповідно для заданого ступеня вогнестійкості конструкцій приймається: 10 л/с [6, табл.5]

Число можливих одночасних пожеж на підприємствах приймається 1. [6 п.6.2.11]

Розрахункова витрата води на потреби пожежогасіння населеного пункту визначається додаванням розрахункових витрат води на гасіння 3-х

одночасних пожеж в забудові населеного пункту при розрахунковій чисельності мешканців 124,4 тис. чол. [6, табл.3]:

$$Q_{\text{пож.}} = 3 \cdot (40 + 5) + 2 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 10 = 145,00 \text{ л/с}$$

При розрахунковій тривалості пожежі 3 години, витрата води на пожежогасіння населеного пункту визначається:

$$Q_{\text{пож}}^{\text{г}} = (3 \cdot 60 \cdot 60 \cdot Q_{\text{пож.}}) / 1000 = (145 \cdot 3 \cdot 60 \cdot 60) / 1000 = 1566 \text{ м}^3$$

2.4 Режим водоспоживання міста

Для визначення режиму водоспоживання води на господарсько-питні потреби кожного району знаходиться максимальний коефіцієнт годинної нерівномірності:

$$K_{\text{макс}} = \alpha_{i_{\text{макс}}} \times \beta_{i_{\text{макс}}} \quad (2.2)$$

де $\alpha_{i_{\text{макс}}}$ - коефіцієнт, який враховує ступінь благоустрою будівель, режим роботи підприємства та інші умови.

$\beta_{i_{\text{макс}}}$ - коефіцієнт, який враховує чисельність населення в районі [6, табл.2]

Для 1 району: $K_{1\text{макс}} = 1,3 \cdot 1,146 = 1,5$; 2 району: $K_{2\text{макс}} = 1,3 \cdot 1,16 = 1,5$; 3 району: $K_{3\text{макс}} = 1,3 \cdot 1,195 = 1,54$

За відсотковим співвідношенням добових витрат визначаються витрати для кожної години, м^3 :

$$Q_j = P_j \times Q_{\text{сут.макс.}} / 100 \quad (2.3)$$

де P_j - значення j -го годинної витрати, %

$Q_{\text{і доб.макс.}}$ - максимальна витрата для кожного району населеного пункту, $\text{м}^3 / \text{доб}$

Годинна витрат води на полив:

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{сут.пол.}} / T_{\text{пол}}, \quad (2.7)$$

де $Q_{\text{доб. пол.}}$ - витрата води на полив (двірниками та машинами), $\text{м}^3 / \text{доб}$

$T_{\text{пол.}}$ – час поливу, год.

Режим витрати води на виробничі потреби приймається рівномірним за добу.

Згідно [6, п.2.4] для господарсько-питних потреб на виробництві коефіцієнт годинної нерівномірності приймається: в гарячих цехах - 2,5, в холодних - 3,0. Вода для душу використовується по закінченню зміни. Розрахункові витрати на потреби міста виконується в табл. 2.5

Таблиця 2.3 - Витрата води на господарсько-питні потреби робітників промислових підприємств

Промислове підприємство	Зміни роботи	Кількість працюючих, N_i , чол	Гарячий цех			Холодний цех			Загальна витрата, Q_p , м ³
			N_g , чол	Питома витрата води на 1 прац.,	Витрата води, Q_g , м ³	N_x , чол	Питома витрата води на 1 прац.,	Витрата води, Q_x , м ³	
№1 45%	1	1400	630	45	28,35	770	25	19,25	47,6
	2	1200	540		24,3	660		16,5	40,8
	3	800	360		16,2	440		11	27,2
	<i>Разом:</i>	<i>3400</i>	<i>1530</i>		<i>68,85</i>	<i>1870</i>		<i>46,75</i>	<i>115,6</i>
№2 25%	1	1600	400		18	1200		30	48,0
	2	1200	300		13,5	900		22,5	36,0
	<i>Разом:</i>	<i>2800</i>	<i>700</i>		<i>31,5</i>	<i>2100</i>		<i>52,5</i>	<i>84,0</i>
Разом:		6200	2230		100,35	3970		99,25	199,6

Таблиця 2.4 - Витрати води на використання душу на промислових підприємствах

Промислове підприємство	Вид цеха	Кількість працюючих по змінам, чол			Група виробничого процесу та санітарна характеристика	Кількість людей на одну душеву сітку	Кількість працюючих душових сіток в зміну			Витрати води по змінам		
		1	2	3			1	2	3	1	2	3
1	Холодні цеха	770	660	440	не приводять до забруднення одягу та рук (Ia)	15	51	44	29	26,00	22,00	15,00
	Гарячі цеха	630	540	360	приводять к забрудненню одягу та рук (Iб)	7	90	77	52	45,00	39,00	26,00
<i>Разом</i>		<i>1400</i>	<i>1200</i>	<i>800</i>			<i>141</i>	<i>121</i>	<i>82</i>	<i>71,00</i>	<i>61,00</i>	<i>40,00</i>
2	Холодні цеха	1200	900	-	не приводять до забруднення одягу та рук (Ia)	15	80	60	-	40,00	30,00	-
	Гарячі цеха	400	300	-	приводять к забрудненню одягу та рук (IIв)	5	80	60	-	40,00	30,00	-
<i>Разом</i>		<i>1600</i>	<i>1200</i>	<i>-</i>			<i>160</i>	<i>120</i>	<i>-</i>	<i>80,00</i>	<i>60,00</i>	<i>-</i>

Таблиця 2.5 - Загальне водоспоживання міста за годинами доби

Години доби	Водоспоживання води населенням											
	Господарсько-питні потреби						Витрати на полив вулиць та зелених насаджень					
	1 район		2 район		3 район		1 район, м ³		2 район, м ³		3 район, м ³	
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	двірник	машина	двірник	машин	двірник	машина
0-1	1,5	236,84	1,5	155,93	3,0	199,80						
1-2	1,5	236,84	1,5	155,93	2,1	139,86						
2-3	1,5	236,84	1,5	155,93	2,1	139,86						
3-4	1,5	236,84	1,5	155,93	2,1	139,86						
4-5	2,5	394,73	2,5	259,88	2,1	139,86						
5-6	4,5	710,51	4,5	467,78	2,7	179,82	135	157				
6-7	3,5	552,62	3,5	363,83	3,34	222,44	134	157	89	103		
7-8	5,5	868,40	5,5	571,73	4,0	266,40	134	157	88	103	57	66
8-9	6,25	986,81	6,25	649,69	5,5	366,30	134	157	88	103	57	66
9-10	6,25	986,81	6,25	649,69	5,0	333,00		157	88	103	56	66
10-11	6,25	986,81	6,25	649,69	5,0	333,00		157		103	56	66
11-12	6,25	986,81	6,25	649,69	4,0	266,40		157		103		66
12-13	5,0	789,45	5,0	519,75	4,0	266,40		157		103		66
13-14	5,0	789,45	5,0	519,75	5,0	333,00		157		103		66
14-15	5,5	868,40	5,5	571,73	4,0	266,40		157		103	57	66
15-16	6,0	947,34	6,0	623,70	4,5	299,70		157	89	103	57	66
16-17	6,0	947,34	6,0	623,70	5,5	366,30	135	157	89	104	57	66
17-18	5,5	868,40	5,5	571,73	6,42	427,57	135	157	89	104	57	66
18-19	5,0	789,45	5,0	519,75	6,42	427,57	135	157	89	104		66
19-20	4,5	710,51	4,5	467,78	6,42	427,57	135	157		104		67
20-21	4,0	631,56	4,0	415,80	5,0	333,00		157		104		67
21-22	3,0	473,67	3,0	311,85	4,0	266,40				104		67
22-23	2,0	315,78	2,0	207,90	4,0	266,40						67
23-24	1,5	236,84	1,5	155,93	3,8	253,08						
	100	15789,0	100	10395,0	100	6660,0	1077,0	2512,00	709,00	1654,00	454,00	1060,00

Продовження табл. 2.5

Витрата води на промислових підприємствах												Загальна витрата	
Підприємство 1						Підприємство 2							
Гарячий цех		Холодний цех		Витрата на душ	Виробн потреби	Гарячий цех		Холодний цех		Витрата на душ	Виробн потреб	м ³	%
%	м ³	%	м ³			%	м ³	%	м ³				
15,65	3,80	18,75	3,09	61,00	292,00	15,65	2,11	18,75	4,22	60,00	375,00	1393,79	2,59
12,05	1,95	6,25	0,69		292,00							827,26	1,54
12,05	1,95	12,50	1,38		292,00							827,95	1,54
12,05	1,95	12,50	1,38		292,00							827,95	1,54
12,05	1,95	18,75	2,06		292,00							1090,47	2,03
12,05	1,95	6,25	0,69		292,00							1944,74	3,61
12,05	1,95	12,50	1,38		292,00							2179,05	4,05
12,05	1,95	12,50	1,38		292,00							2606,85	4,84
15,65	2,54	18,75	2,06	40,00	292,00							2944,40	5,47
12,05	3,42	6,25	1,20		292,00	12,05	2,17	6,25	1,88		375,00	3115,16	5,79
12,05	3,42	12,50	2,41		292,00	12,05	2,17	12,50	3,75		375,00	3030,24	5,63
12,05	3,42	12,50	2,41		292,00	12,05	2,17	12,50	3,75		375,00	2907,64	5,40
12,05	3,42	18,75	3,61		292,00	12,05	2,17	18,75	5,63		375,00	2583,42	4,80
12,05	3,42	6,25	1,20		292,00	12,05	2,17	6,25	1,88		375,00	2643,86	4,91
12,05	3,42	12,50	2,41		292,00	12,05	2,17	12,50	3,75		375,00	2768,26	5,14
12,05	3,42	12,50	2,41		292,00	12,05	2,17	12,50	3,75		375,00	3021,48	5,61
15,65	4,44	18,75	3,61	71,00	291,00	15,65	2,82	18,75	5,63	80,00	375,00	3378,83	6,28
12,05	2,93	6,25	1,03		291,00	12,05	1,63	6,25	1,41		375,00	3148,68	5,85
12,05	2,93	12,50	2,06		291,00	12,05	1,63	12,50	2,81		375,00	2963,20	5,51
12,05	2,93	12,50	2,06		291,00	12,05	1,63	12,50	2,81		375,00	2744,28	5,10
12,05	2,93	18,75	3,09		291,00	12,05	1,63	18,75	4,22		375,00	2386,23	4,43
12,05	2,93	6,25	1,03		291,00	12,05	1,63	6,25	1,41		375,00	1895,91	3,52
12,05	2,93	12,50	2,06		291,00	12,05	1,63	12,50	2,81		375,00	1532,51	2,85
12,05	2,93	12,50	2,06		291,00	12,05	1,63	12,50	2,81		375,00	1321,27	2,45
	68,85		46,75	172	7000		31,5		52,5	140	6000	53821,60	100

За даними табл. 2,5 максимальний водорозбір відбувається з 16⁰⁰ до 17⁰⁰ години, складає 6,28% від добової витрати води містом - 3378,83 м³ за добу.

Годину максимального транзиту води в башту визначаємо графічним методом, за допомогою сумісного графіку водоспоживання та подачі насосів. При цьому загальний об'єм подачі насосної станції другого підйому складає $100\% = 2\% * 7 + 5,06\% * 17$

Режим роботи насосної станції повинен максимально відповідати графіку водоспоживання населеного пункту, при цьому об'єми регулюючих ємностей: РЧВ (резервуар чистої води) та водонапірна башта) в системі водопостачання повинні бути мінімальними.

Таблиця 2.6 Визначення регулюючої ємності водонапірного баку.

Години доби	Витрата населеним пунктом, %	Подача насосної станції другого підйому	Подача в бак (+) з баку (-)	Залишок в баку
0-1	2,59	2,0	-0,59	-0,59
1-2	1,54	2,0	0,46	-0,13
2-3	1,54	2,0	0,46	0,33
3-4	1,54	2,0	0,46	0,79
4-5	2,03	2,0	-0,03	0,76
5-6	3,61	5,06	1,46	2,21
6-7	3,55	5,06	1,51	3,72
7-8	4,84	5,06	0,22	3,92
8-9	5,47	5,06	-0,41	3,51
9-10	5,79	5,06	-0,73	2,8
10-11	5,63	5,06	-0,57	2,23
11-12	5,40	5,06	-0,34	1,89
12-13	4,80	5,06	0,26	2,15
13-14	4,91	5,06	0,15	2,3
14-15	5,14	5,06	-0,08	2,22
15-16	5,61	5,06	-0,55	1,67
16-17	6,28	5,06	-1,22	0,45
17-18	5,85	5,06	-0,79	-0,34
18-19	5,51	5,06	-0,45	-0,79
19-20	5,10	5,06	-0,04	-0,85
20-21	4,43	5,06	0,63	-0,22
21-22	3,52	5,06	1,52	1,30
22-23	2,85	2,0	-0,85	0,45
23-24	2,45	2,0	-0,45	0,00
	100	100		

Таблиця 2.7 Визначення регулюючого об'єму РЧВ

Година доби	Режим забору води насосною станцією 2п, %	Надходження від очисних споруд	Надходження в РЧВ (+) з РЧВ (-)	Залишок в РЧВ, %
0-1	2,0	4,17	2,17	2,17
1-2	2,0	4,17	2,17	4,34
2-3	2,0	4,17	2,17	6,51
3-4	2,0	4,17	2,17	8,68
4-5	2,0	4,17	2,17	10,85
5-6	5,06	4,17	-0,89	9,96
6-7	5,06	4,17	-0,89	9,07
7-8	5,06	4,17	-0,89	8,18
8-9	5,06	4,17	-0,89	7,29
9-10	5,06	4,17	-0,89	6,4
10-11	5,06	4,17	-0,89	5,51
11-12	5,06	4,17	-0,89	4,62
12-13	5,06	4,17	-0,89	3,73
13-14	5,06	4,17	-0,89	2,84
14-15	5,06	4,17	-0,89	1,95
15-16	5,06	4,17	-0,89	1,06
16-17	5,06	4,16	-0,9	0,16
17-18	5,06	4,16	-0,9	-0,74
18-19	5,06	4,16	-0,9	-1,64
19-20	5,06	4,16	-0,9	-2,54
20-21	5,06	4,16	-0,9	-3,44
21-22	5,06	4,16	-0,88	-4,32
22-23	2,0	4,16	2,16	-2,16
23-24	2,0	4,16	2,16	0,00
	100	100		

Максимальний транзит води в башту відбувається з 21⁰⁰ до 22⁰⁰, коли 1,52% від добової витрати транзитом потрапляє до водонапірного баку башти.

Висновки за розділом 2

Визначені потреби води згідно з кількістю мешканців 124,4 тис. чоловік та нормами водоспоживання. Централізоване водопостачання здійснюється від насосної станції другого підйому. Водопровідна мережа міста має дві точки живлення, так як водонапірна башта розташована на великій відстані від точки подачі насосної станції – в. 21.

Робота системи водопроводу з контррезервуаром суттєво відрізняється від роботи мережі із баштою на початку. По-перше, значно зменшується нерівномірність роботи насосної станції; по-друге, її подача коливається в районі середньогодинного водоспоживання міста.

Зазвичай розрахунок мережі з контррезервуаром виконується для двох основних режимів роботи: максимального водоспоживання, коли вода буде надходити до точок водорозбору з двох протилежних сторін та максимального транзиту води в башту.

Для детального аналізу роботи мережі варто проводити розрахунки системи подачі та розподілу води і для мінімальної годинної витрати, при якій можливі найбільші тиски в мережі. Також, доцільно виконувати розрахунки середньогодинної витрати, що дає можливість орієнтовно визначати витрати енергії на підйом води. Окрім цього необхідно виконувати розрахунки по забезпеченню водою користувачів від час виникнення аварій.

До основних систем із контррезервуаром відносять значне коливання діапазону тиску в мережі та водоводах при різних режимах роботи. В період транзитної подачі води в контррезервуар насоси повинні забезпечувати подачу великої зосередженої витрати в найбільш віддалену точку системи, яка має найбільшу п'єзометричну позначку. Указані обставини обумовлюють суттєві зміни в поточкорозподілі води в існуючих водопровідних мережах, що призводить до утворення відкладень на внутрішній поверхні труб, погіршення якості води у

кінцевих (тупикових) ділянках мережі через застійні явища через малі швидкості руху води, до погіршення якості води; до перевитрат електроенергії насосами.

На основі наведеної інформації в роботі були сформульовані наступні завдання роботи:

- з метою моделювання роботи мережі виконати гідравлічний розрахунок водопровідної мережі для різних режимів роботи: максимальний та мінімальний водорозбір, пожежа;
- виконати дослідження та аналіз гідравлічних режимів роботи міської водопровідної мережі в різних умовах водорозбору;
- для візуалізації результатів побудувати п'єзометричні лінії.
- надати рекомендації щодо оптимізації роботи мережі та економічності системи.

РОЗДІЛ 3

ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТА АНАЛІЗ РОБОТИ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ

3.1 Гідрравлічний розрахунок водопровідної мережі

3.1.1 Розрахунок витрат

Розрахунок мережі виконується в годину максимального водорозбору, максимального транзиту води в башту та перевіряється на пропуск пожежної витрати в годину максимального водоспоживання, при якому башта в роботі системи не приймає участі.

Питома витрата для кожного району визначається:

$$q_{inun} = Q_i / \sum l_i, \quad (3.1)$$

де Q_i - витрата води кожним районом, яка використовується при водоспоживанні та транзиті, л/с, табл. 2.5

$\sum l_i$ - загальна розрахункова довжина магістральної лінії кожного району, м. (довжини ділянок, які проходять по мережі двох районів, а також ділянки, які обслуговують користувачів тільки з однієї сторони, враховуються у половинному розмірі).

Для режиму максимального водоспоживання:

$$Q_{\text{пит 1 району}} = ((947,34 + 135 + 157) / 3,6) / 3785 = 0,09054 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{пит 2 району}} = ((623,70 + 89 + 104) / 3,6) / 6555 = 0,034609 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{пит 3 району}} = ((366,30 + 57 + 66) / 3,6) / 6850 = 0,019842 \text{ л/с}$$

Для режиму максимального транзиту води в башту:

$$Q_{\text{пит 1 району}} = ((473,67) / 3,6) / 3785 = 0,034762 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{пит 2 району}} = ((311,85 + 104) / 3,6) / 6555 = 0,01762 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{пит 3 району}} = ((266,4 + 67) / 3,6) / 6850 = 0,01352 \text{ л/с}$$

Шляхові витрати визначаються:

$$Q_{\text{шлях}} = q_{\text{пит.і}} \times l_{\text{діл}} \quad (3.2)$$

де $l_{\text{діл}}$ – розрахункова довжина ділянки, яка розраховується, м

Розрахунок шляхових витрат на ділянках при максимальному водоспоживанні та транзиті визначається в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Визначення шляхових витрат

Номер ділянки	Довжина ділянки, м	Розрахункова довжина, $l_{\text{діл.}}$, м	Питома витрата, $q_{\text{пит. макс.}}$ / $q_{\text{пит. транз.}}$ л/с	Шляхова витрата, л/с	
				максимальна	транзит
1 район			0,09095/ 0,034762		
1-2	660	330		30,01	11,47
1-3	420	210		19,10	7,30
3-4	270	135		12,28	4,69
4-10	810	405		36,84	14,08
9-3	800	800		72,76	27,81
1-7	790	790		71,85	27,46
2-5	770	385		35,02	13,38
9-10	290	145		13,19	5,04
9-8	330	165		15,01	5,74
7-8	160	80		7,28	2,78
6-7	190	85		7,73	2,95
5-6	510	255		23,19	8,86
Σ		3785			344,26
2 район			0,034609/ 0,01762		
5-11	440	220		7,61	3,70
6-12	430	430		14,88	7,75
13-8	410	410		14,19	3,70
15-10	390	195		6,75	9,69
11-12	500	500		17,30	14,80
12-13	400	400		13,84	9,60
13-14	210	210		7,27	3,96
14-15	440	440		15,23	4,14
16-11	420	210		7,27	4,41
17-12	550	550		19,03	2,91
18-14	840	840		29,07	2,56
20-15	1090	545		18,86	2,91
16-17	450	225	7,79	1,41	

17-18	470	235		8,13	1,50
18-19	500	250		8,65	4,49
19-20	330	165		5,71	3,70
9-10	290	145		5,02	7,75
9-8	330	165		5,71	3,70
7-8	160	80		2,77	9,69
6-7	190	85		2,94	14,80
5-6	510	255		8,83	9,60
		6555		226,86	115,51
3 район					
16-21	410	205		4,07	2,77
24-17	900	900		17,86	12,17
18-27	1250	1250		24,80	16,90
19-28	1360	1360		26,99	18,39
20-29	1380	690		13,69	9,33
21-22	210	105		2,08	1,42
23-22	490	245		4,86	3,31
23-24	220	110		2,18	1,49
24-25	240	120		2,38	1,62
26-27	250	125		2,48	1,69
27-28	1020	510		10,12	6,90
28-29	370	185		3,67	2,50
16-17	450	225		4,46	3,04
17-18	470	235		4,66	3,18
18-19	500	250		4,96	3,38
19-20	330	165	0,019842	3,27	2,23
25-26	340	170	/0,02129	3,37	2,30
		6850	474,78	135,91	92,61
			707,04		339,69

Вузлові витрати визначаються в табл. 3.2:

$$Q_{\text{вуз.}j} = 0,5(\sum Q_{\text{шлях}})_{\text{вузл}} \quad (3.3)$$

де $(\sum Q_{\text{шлях}})_{\text{вузл}}$ - сума шляхових витрат ділянок, які примикають до вузла, який розраховується.

Таблиця 3.2- Визначення вузових витрат

Нумер вузла	$(\sum Q_{\text{шлях}})_{\text{вузл}}$, л/с		Вузова витрата $Q_{\text{вузл}}$	
	максимальне водоспоживання	максимальний транзит	максимальне	максимальний
			водоспоживання	транзит
1	120,97	46,23	60,48	23,12
2	65,03	24,85	32,52	12,43
3	104,14	39,80	52,07	19,90
4	49,12	18,77	24,56	9,39
5	74,65	30,62	37,32	15,31
6	57,57	25,39	28,79	12,69
7	92,57	36,11	46,29	18,05
8	44,95	20,06	22,48	10,03
9	111,69	44,05	55,84	22,02
10	61,79	25,11	30,90	12,56
11	32,19	16,39	16,09	8,19
12	65,06	33,13	32,53	16,56
13	35,30	17,97	17,65	8,99
14	51,57	26,26	25,78	13,13
15	40,84	20,79	20,42	10,40
16	23,59	13,48	11,79	6,74
17	61,94	36,19	30,97	18,09
18	80,28	46,81	40,14	23,40
19	49,58	31,31	24,79	15,66
20	41,54	24,07	20,77	12,04
21	6,15	4,19	3,08	2,10
22	6,94	4,73	3,47	2,37
23	7,04	4,80	3,52	2,40
24	22,42	15,28	11,21	7,64
25	5,75	3,92	2,88	1,96
26	5,85	3,99	2,93	1,99
27	37,40	25,49	18,70	12,74
28	40,78	27,78	20,39	13,89
29	17,36	11,83	8,68	5,92
	1414,08	679,39	707,04	339,69

Витрати води на промислових підприємствах враховуються як зосереджені витрати в точках підключення (вузол 23 та 29).

Витрата води в годину максимального водоспоживання для промислового підприємства за табл. 2.5 складає:

$$Q_{п.п.1} = 370 \text{ м}^3/\text{год} = 102,77 \text{ л/с}$$

$$Q_{п.п.2} = 463,45 \text{ м}^3/\text{год} = 128,74 \text{ л/с}$$

В годину максимального наповнення башти:

$$Q_{п.п.1} = 294,96 \text{ м}^3/\text{год} = 81,93 \text{ л/с}$$

$$Q_{п.п.2} = 378,04 \text{ м}^3/\text{год} = 105 \text{ л/с}$$

Необхідна подача насосної станції другого підйому складає 5,06% від добової витрати:

$$Q_{н.с.} = 0,0506 * 53821,6 = 2723,37 \text{ м}^3/\text{год} = 756,49 \text{ л/с}$$

Витрата води:

- з водонапірної башти при максимальному водоспоживанні складає 1,22 % від добової витрати:

$$Q_{в.б. \text{ макс}} = 0,0122 * 53821,6 = 656,62 \text{ м}^3/\text{год} = 182,39 \text{ л/с}$$

- для години максимального транзиту складає 1,52 % від добової витрати:

$$Q_{в.б. \text{ макс}} = 0,0152 * 53821,6 = 828,85 \text{ м}^3/\text{год} = 230,24 \text{ л/с}$$

Критерієм вірного визначення вузлових та шляхових витрат для являється дотримання умови:

$$\sum Q_{шлях} = \sum Q_{вузл} \quad (3.4)$$

За табл.3.1 и 3.2 - умова виконується.

При пожежі змінюються зосереджені витрати води у вузлах: 20, 29, 26, на промислових підприємствах (душ під час пожежі в розрахунках не враховується).

Водонапірна башта при пожежі вимикається.

3.1.2 Гідравлічна ув'язка водопровідної мережі

Попередній поточкорозподіл виконується для всіх розрахункових режимів і представляється на рис. 3.1-3.4.

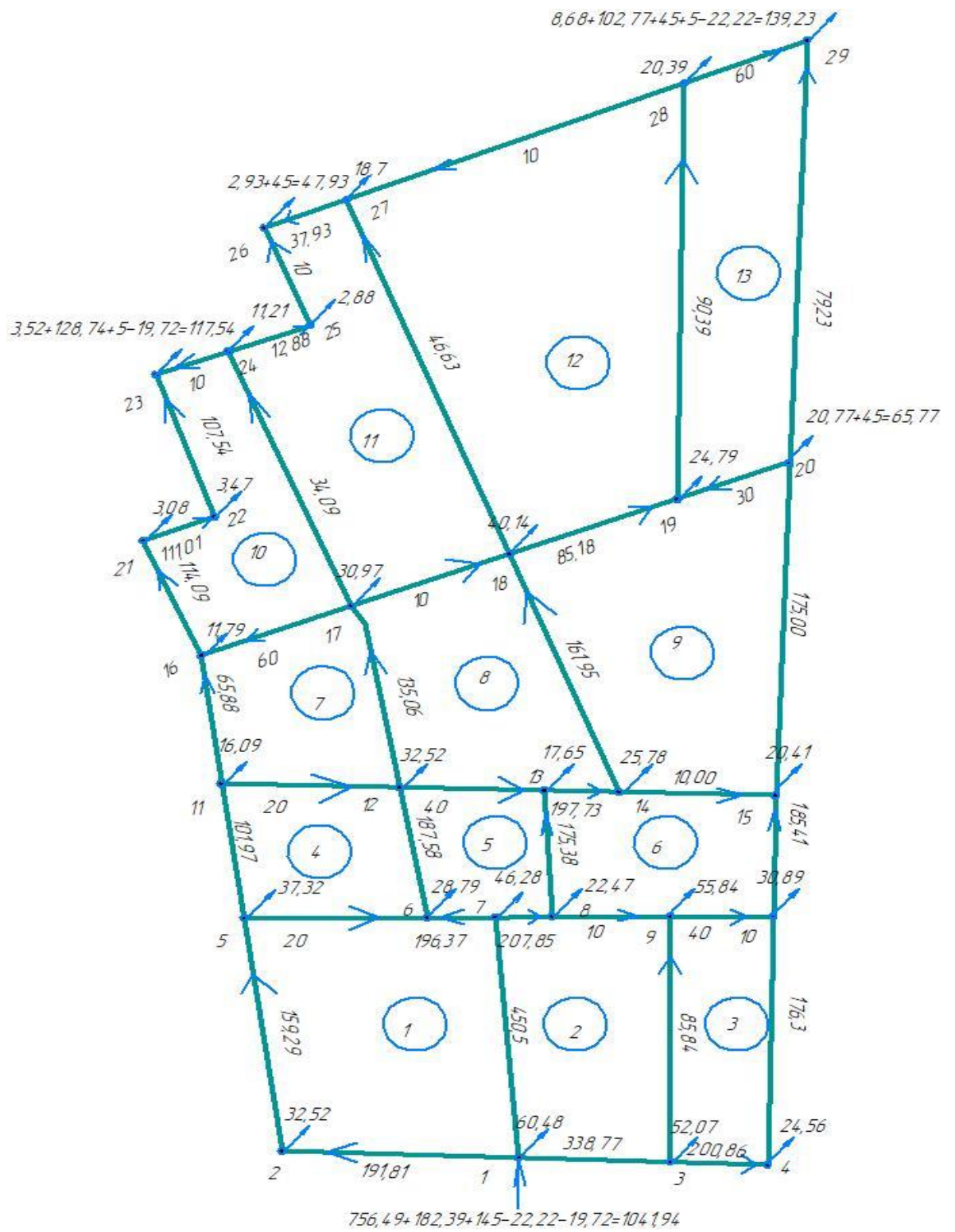


Рисунок 3.2 Попередній потікорозподіл для режиму максимального водоспоживання в годину пожежі

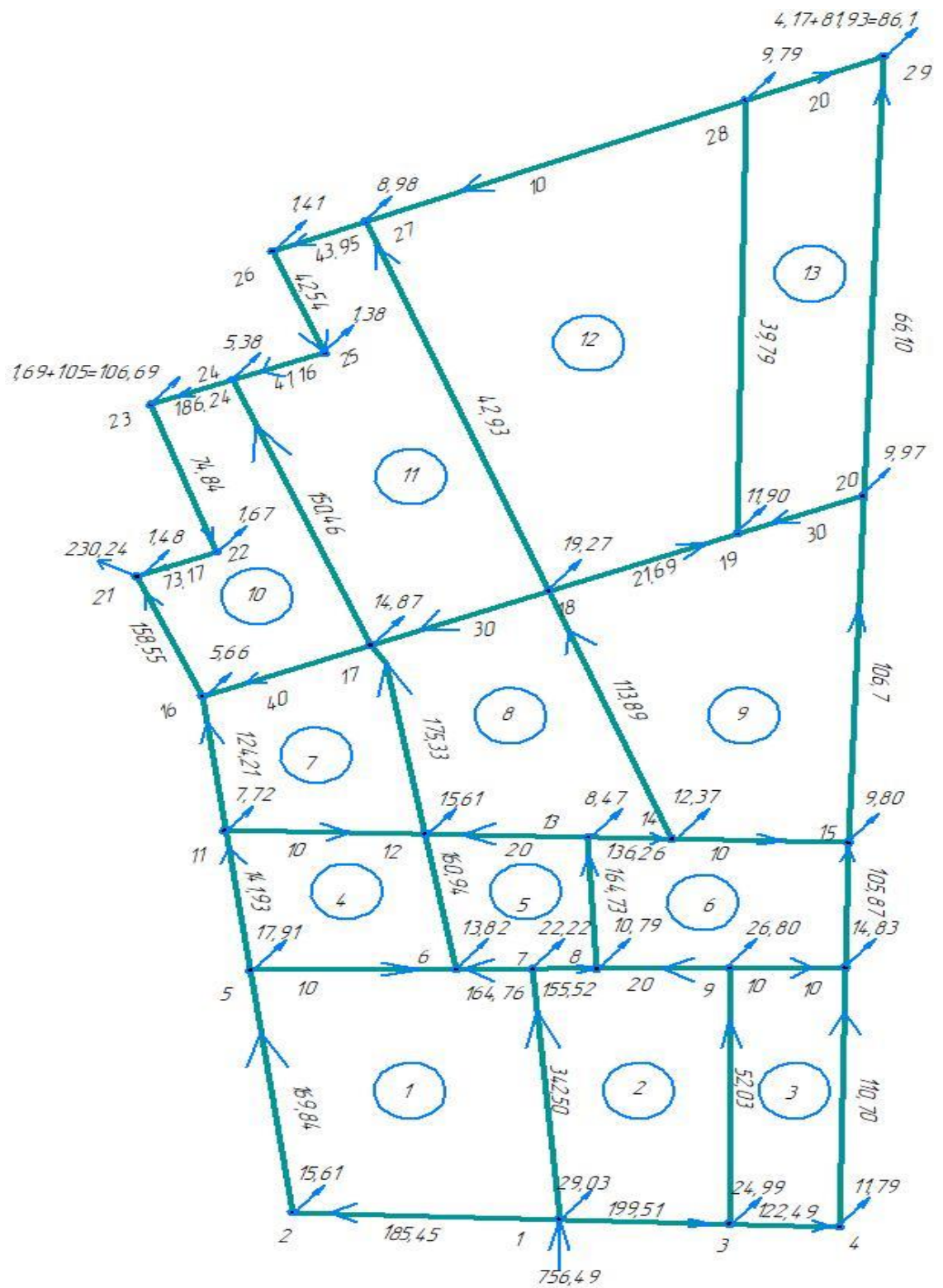


Рисунок 3.3 Попередній потікорозподіл для режиму максимального транзиту

Витрата води у вузлі сходу розподіляється по ділянкам водопровідної мережі, які підходять до вузла, із дотриманням умови:

$$\sum q_{i-k} - Q_{\text{узл.}} = 0, \quad (3.4)$$

де $\sum q_{i-k}$ - сума витрат води по ділянкам, які входять у вузол,

$Q_{\text{узл.}}$ - відбір води із вузла

Гідравлічна ув'язка мережі виконується для визначення дійсного поточкорозподілу при вже прийнятих діаметрів, яке буде відрізнятись від попереднього, тим що буде виконуватися умова першого та другого закону Кірхгофа.

Ув'язка мережі для розрахункових режимів виконується за методом Лобачова-Кроса на ПК з використанням GIDRAST 1. Вихідними даними є: довжина, діаметр та кількість розрахункових ділянок, попередні витрати та код кожної ділянки, кількість кілець водопровідної мережі.

Вихідні дані для ув'язки мережі та результати гідравлічної ув'язки на ПК представлені в Додатку 1. Схеми фактичного поточкорозподілу для ув'язаної мережі представлені на рис. 3.4-3.6.

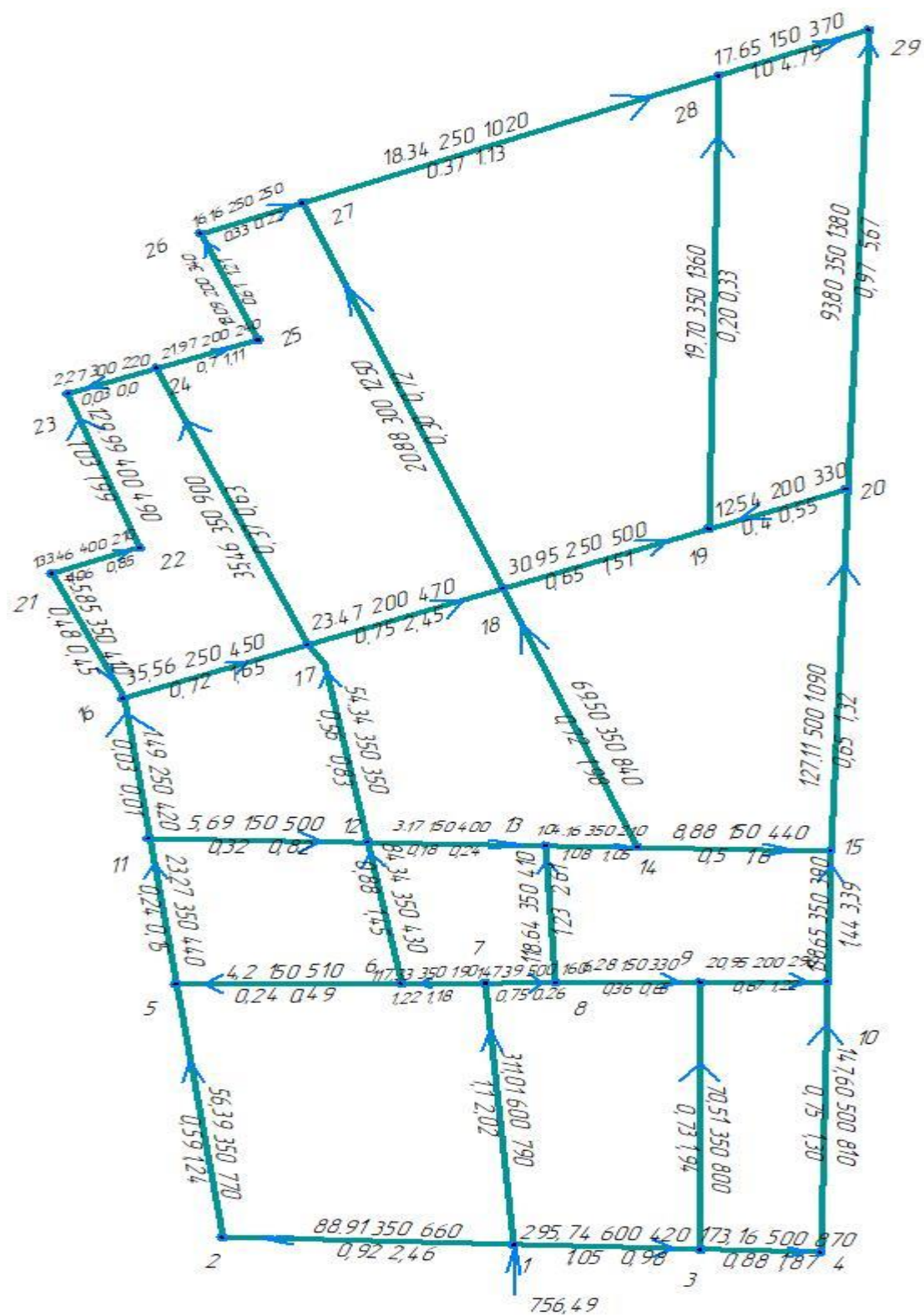


Рисунок 3.4 Фактичний потікорозподіл для режиму максимального водоспоживання.

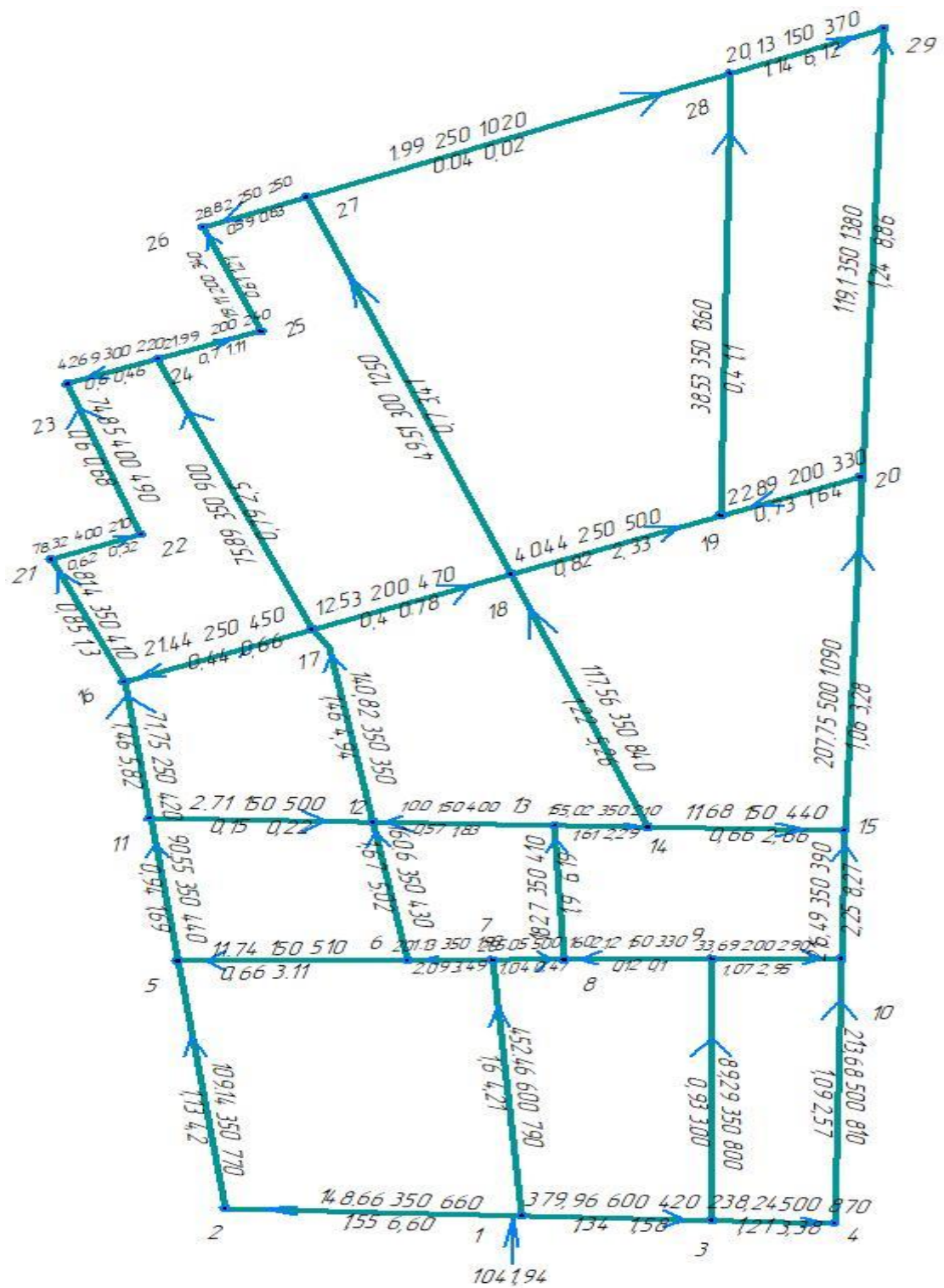


Рисунок 3.5 Фактичний потікорозподіл для режиму пожежі в годину максимального водоспоживання.

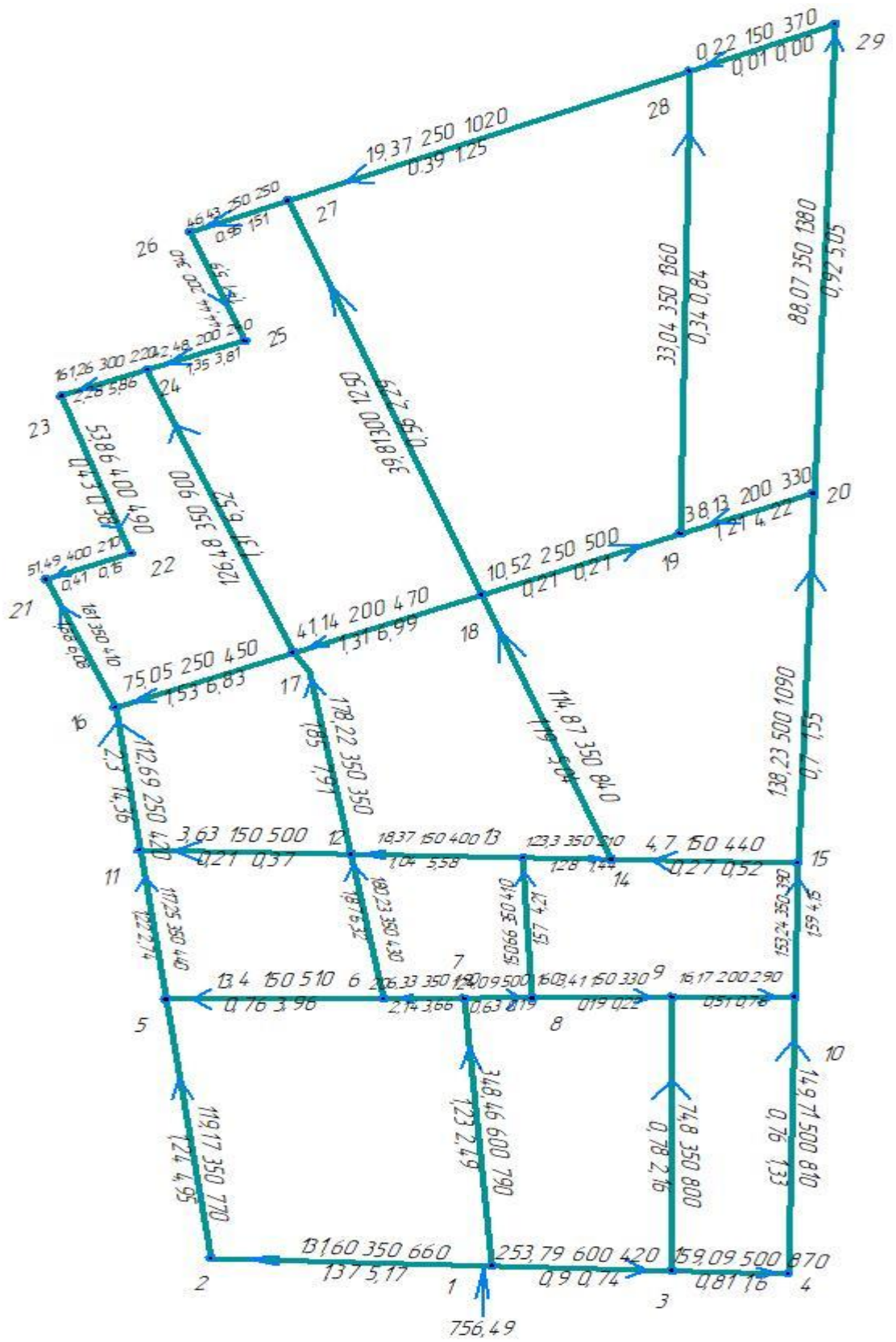


Рисунок 3.6 Фактичний потікорозподіл для режиму максимального транзиту води в башту.

3.1.3 Визначення п'єзометричних позначок та вільних напорів у вузлах мережі

Визначення розрахункових позначок починається з знаходження невідгідної точки, тобто точки, яка в місці приєднання водоводів до мережі вимагає найбільшої п'єзометричної позначки. Для її вибору перевіряються найбільш високі та віддалені вузли в кожному із районів.

Потрібні п'єзометричні позначки у обраних точках визначаються:

$$P_{mp.i} = H_{вільн.потр.i} + z_i \quad (3.5)$$

де $H_{вільн.потр.i}$ – потрібний вільний напір в i -й точці який для режиму максимального водоспоживання визначається:

$$H_{вільн.потр.i} = 6 + 4n \quad (3.6)$$

где n - кількість поверхів в будинках розглянутого району.

Для першого району: $6+4*10=46$ м

Для другого району: $6+4*8=38$ м

Для третього району: $6+4*6=30$ м

Для випадку пожежі в годину максимального водоспоживання $H_{вільн.потр.i} = 10$ м.

z_i – абсолютна позначка кожної точки, за генпланом населеного пункту.

П'єзометрична позначка $P_{1(i)}$ в точці підключення водоводів, необхідна для отримання п'єзометричних позначок в розглянутих точках визначається:

$$P_{1(i)} = P_{потр.i} + \sum h_{1-i} \quad (3.7)$$

де $\sum h$ - алгебраїчна сума втрат напору від точки підключення водоводів до i -ї точки.

Необхідні позначки та вільні напори у всіх вузлах мережі визначаються в табл.3.3

Невідгідна точка визначається за фактичним поточкорозподілом рис. 3.4-3.6:

- для максимального водоспоживання – вузол 29,
- для пожежі в годину максимального водоспоживання - вузол 29,
- для режиму транзиту – водонапірна башта.

Втрати напору у водоводах від водонапірної башти до в. 21 в годину максимального водоспоживання:

$$h = 1,1 \times i \times l \quad (3.8)$$

де i – питомі втрати напору у водоводах

l – довжина розглянутої ділянки, м від водонапірної башти до мережі $l = 400$ м

При витраті $189,39/2 = 94,69$ л/с на один водовод ($d = 350$ мм $1000 * i = 4,1$ $v = 0,98$ м/с)

$$h_{\delta-т21} = 1,1 * 0,0041 * 400 = 1,8 \text{ м}$$

Для режиму транзиту при наповненні башти: $230,24/2 = 115,12$ л/с ($d = 350$ мм $1000 * i = 5,9$ $v = 1,19$ л/с)

$$H_{т.21-м} = 1,1 * 0,0059 * 400 = 2,59 \text{ м}$$

Необхідна висота ствола водонапірної башти визначається:

$$P_{в.б.} = P_{21} + h_{\delta-м} \quad (3.9)$$

де P_{21} - пьезометрична позначка в точці підключення водоводів до мережі для випадку максимального водоспоживання, м

$$P_{в.б.} = 187,92 + 1,8 = 189,72 \text{ м}$$

$$H_{в.б.} = P_{в.б.} - Z_{в.б}$$

де $Z_{в.б.}$ – позначка землі в місці розташування водонапірної башти м

$$Z_{в.б.} = 141,00 \text{ м}$$

$$H_{в.б.} = 189,72 - 141,00 = 48,72 \text{ м}$$

Позначка в т. 21 для режиму транзиту: $189,72 + 2,59 = 192,31$ м

Таблиця 3.3 – П'єзометричні позначки та вільні напори у вузлах мережі

№ вузла	Позначка землі, м	Режим максимального водоспоживання			Режим максимального транзиту			Пожежа в годину максимального водоспоживання		
		h _{діл}	П _{вуз}	Н _{вуз}	h _{діл}	П _{вуз}	Н _{вуз}	h _{діл}	П _{вуз}	Н _{вуз}
1	130,8		191,33	60,53		225,59	94,79		169,44	38,64
2	132,6	2.46	188,87	56,27	5,17	220,44	87,84	6,60	162,84	30,24
3	130,6	0.98	190,35	59,75	0,74	224,85	94,25	1,58	167,86	37,26
4	129,8	1.87	188,48	58,68	1,6	223,27	93,47	3,38	164,48	34,68
5	135,0	1.24	187,63	52,63	4,95	215,49	80,49	4,2	158,64	23,64
6	133,5	0.49	188,13	54,63	3,96	219,44	85,94	3,11	161,79	28,29
7	132,7	1.18	189,31	56,61	3,66	223,1	90,4	3,4	165,28	32,58
8	132,00	0.65	189,05	57,05	0,19	222,9	90,9	0,47	164,81	32,81
9	131,00	10,00	188,4	57,4	0,22	222,69	91,69	0,1	164,91	33,91
10	130,5	1.22	187,18	56,68	0,76	221,92	91,42	2,95	161,91	31,41
11	137,5	0.15	187,48	49,98	2,74	212,75	75,25	1,69	156,95	19,45
12	134,5	0.82	186,54	52,04	0,37	213,12	78,62	0,22	156,77	22,27
13	132,5	0.24	186,3	53,8	5,58	218,7	86,2	1,83	158,60	26,1
14	130,9	1.05	185,25	54,35	1,44	217,26	86,36	2,29	156,31	25,41
15	130,6	1.6	183,79	53,19	0,52	217,77	87,17	2,66	153,64	23,04
16	138,3	0.01	187,47	49,17	14,36	198,39	60,09	5,82	151,13	12,83
17	136,0	1.65	185,71	49,71	6,83	205,23	69,23	0,66	151,83	15,83
18	134,0	2.45	183,26	49,26	6,99	212,22	78,22	0,78	151,05	17,05
19	132,05	1.51	181,75	49,7	0,21	212,0	79,95	2,33	148,72	16,67
20	131,5	0.55	182,47	50,97	4,22	216,22	84,72	1,64	150,36	18,86
21	139,0	0.45	187,92	48,92	6,08	192,31	53,31	1,3	150,32	11,32
22	137,8	0.85	187,07	49,27	0,15	192,46	54,66	0,22	150,00	12,2
23	138,5	1.91	185,08	46,58	0,38	192,84	54,34	0,68	149,32	10,82
24	137,0	0.00	185,08	48,08	5,86	198,7	61,7	0,46	149,78	12,78
25	135,5	1.11	183,97	48,47	3,81	202,77	67,01	1,11	148,67	13,17
26	135,5	1.21	182,76	47,26	5,9	208,41	72,91	1,21	147,46	11,96
27	134,9	0.22	182,72	47,82	1,51	208,92	74,02	0,63	147,64	12,74
28	132,0	1.13	181,59	49,59	1,25	211,17	79,17	0,02	147,62	15,62
29	130,8	4.79	176,8	46,00	0,0	211,17	80,37	6,12	140,8	10,00

В години мінімального водорозбору відбувається наповнення контррезервуару - вода з максимальним транзитом та незначним відбором з мережі проходить через всю водопровідну мережу. Розподіл напорів в системі відповідає п'єзометричній лінії 1. Згідно схеми п'єзометричних ліній необхідний напір насосів $H_{тр.}$ перевищує напір при максимальному водорозборі $H_{макс.}$

В години максимального водоспоживання частина води поступає від контррезервуару. Розподіл напорів в ці години відповідає п'єзометричній лінії 2: частина міста живиться від насосної станції, частина – від башти.

Аналіз п'єзометричних ліній свідчить, що режим транзиту вимагає підвищених напорів в мережі у порівнянні з режимом максимального водоспоживання. Також, спостерігається значна різниця між необхідними напорами насосної станції для цих режимів, що ускладнює процес підбору насосів для забезпечення необхідного тиску в мережі.

Різниця напорів складає (далі варіант 1- В1):

$$П_1^1_{макс.} = 191,33 \text{ м}$$

$$П_1^1_{транз.} = 225,95 \text{ м}$$

$$\nabla = 225,95 - 191,33 = 34,62 \text{ м}$$

3.1.4 Гідравлічна ув'язка водопровідної мережі В2 та В3

В роботі виконується варіантне призначення діаметрів (варіант 2 та варіант 3) на розрахункових ділянках для двох основних режимів роботи: максимального водоспоживання та транзиту.

Вихідні дані для ув'язки мережі В2, В3 та результати гідравлічної ув'язки на ПК представлені в Додатку 2.

Фактичний потікорозподіл для інших діаметрів ділянок для В2 та В3 представлені на рис. 3.7 – 3.12.

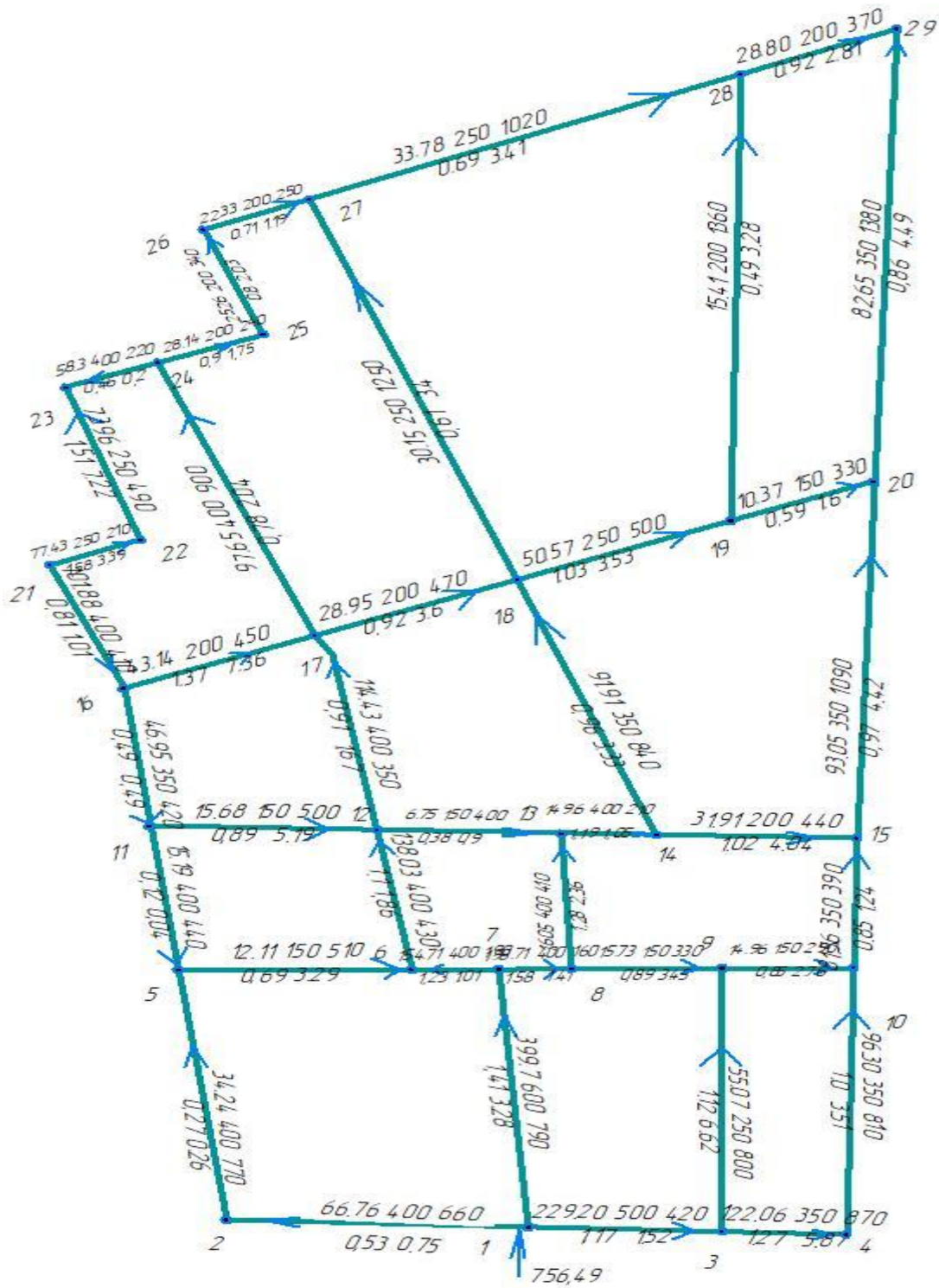


Рисунок 3.7 Фактичний потікорозподіл для години максимального водоспоживання B2

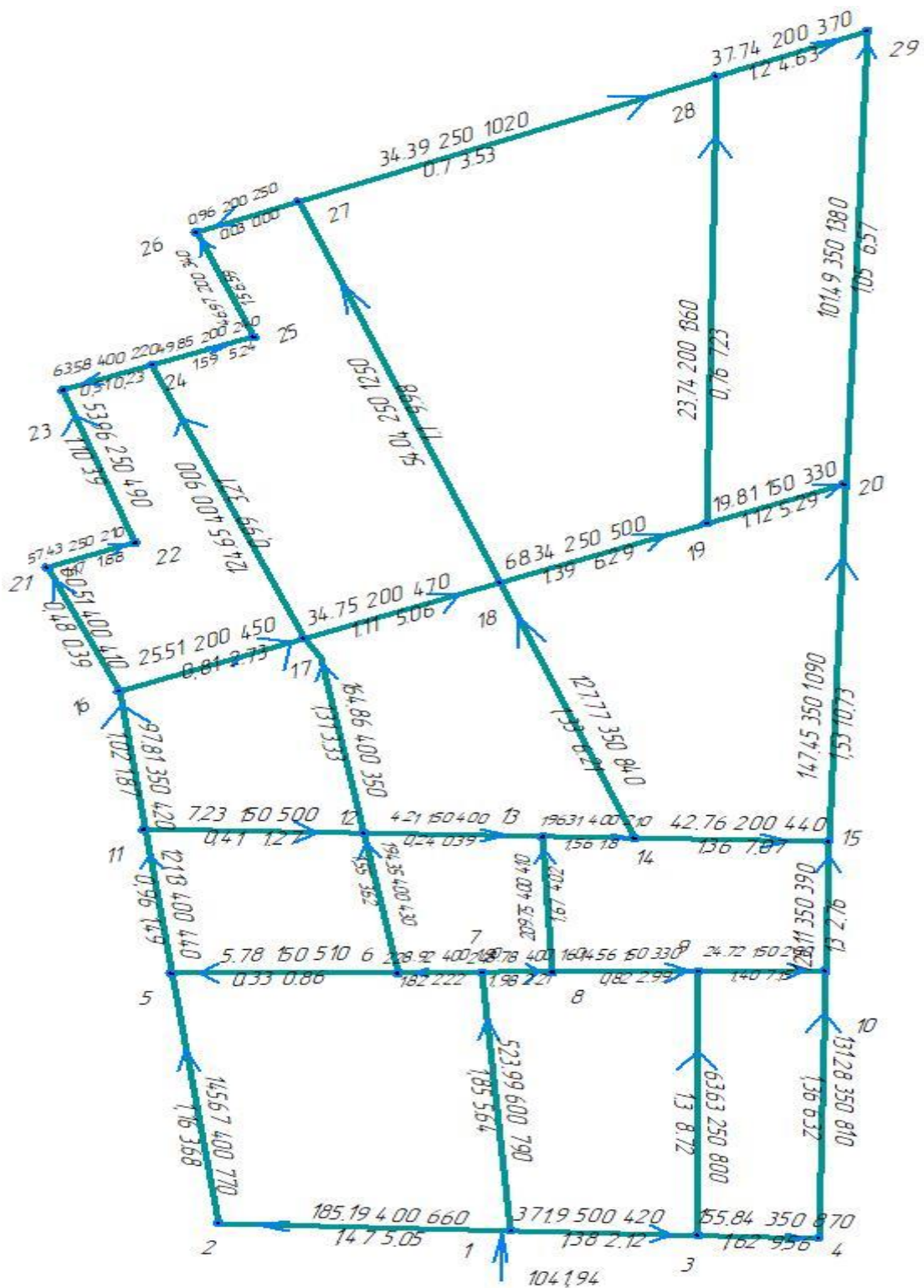


Рисунок 3.8 Фактичний потікорозподіл для режиму пожежі в годину максимального водоспоживання В2

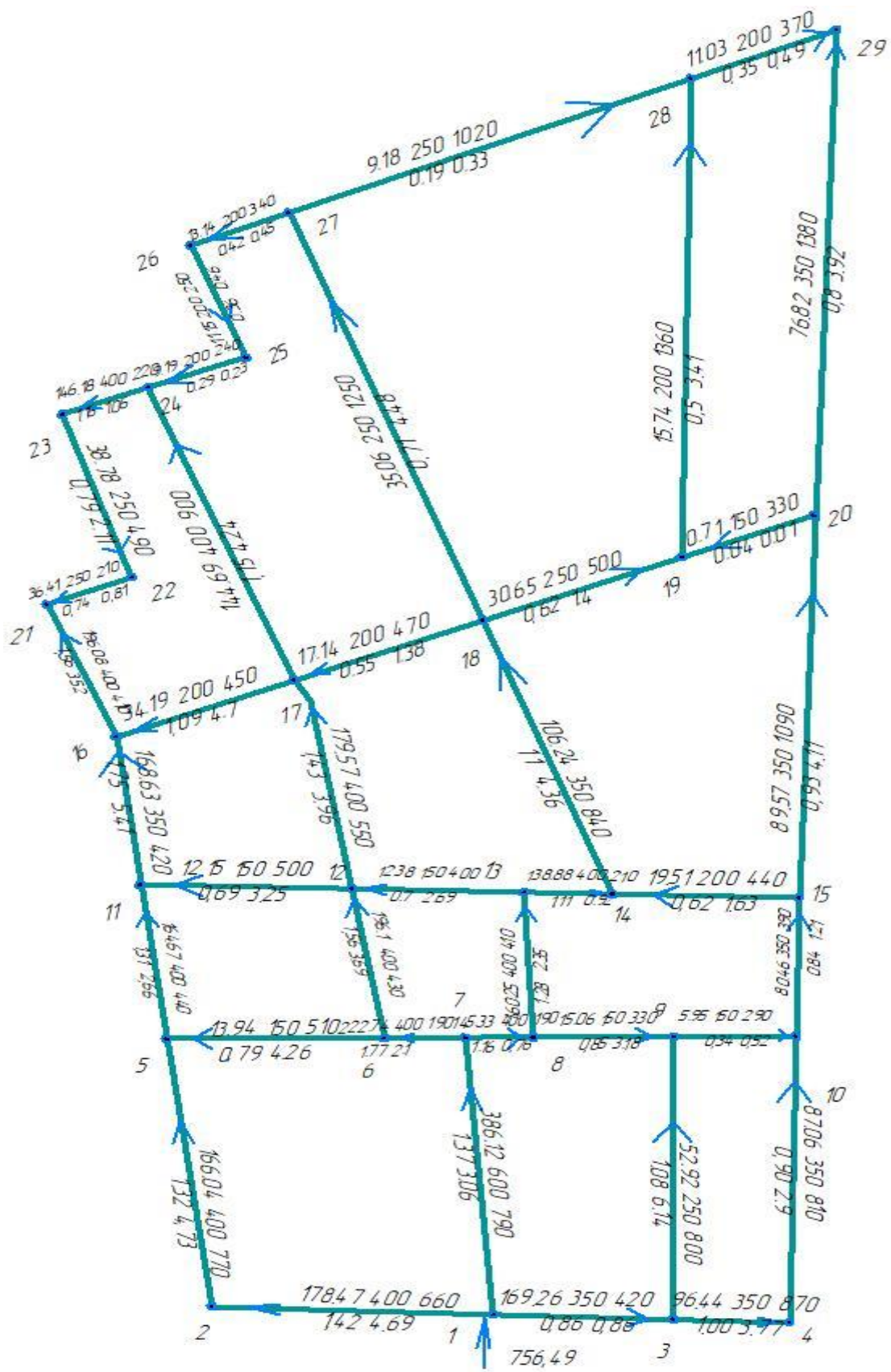


Рисунок 3.9 Фактичний потікорозподіл для режиму транзиту В2

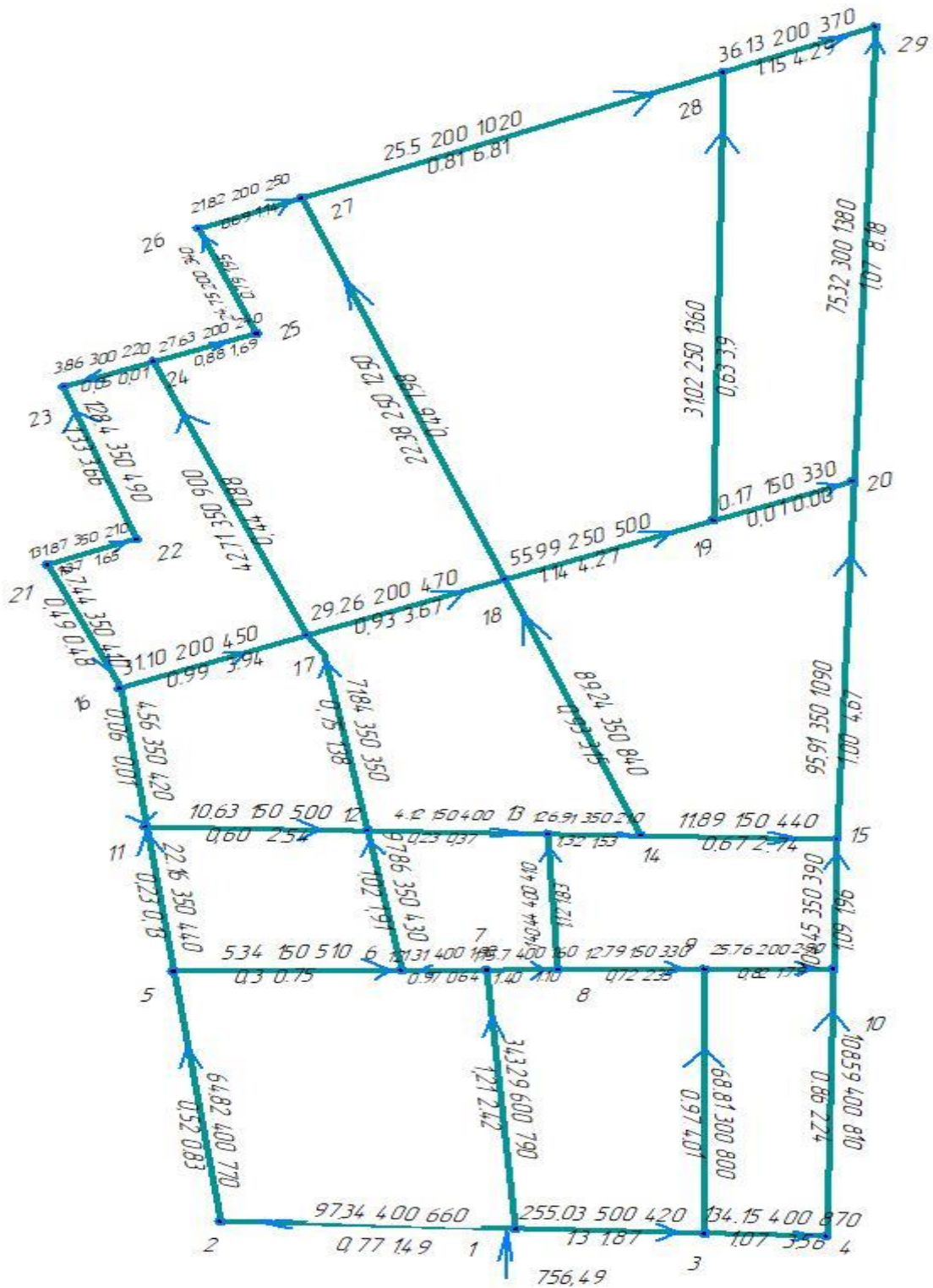


Рисунок 3.10 Фактичний потікорозподіл для режиму максимального водоспоживання ВЗ

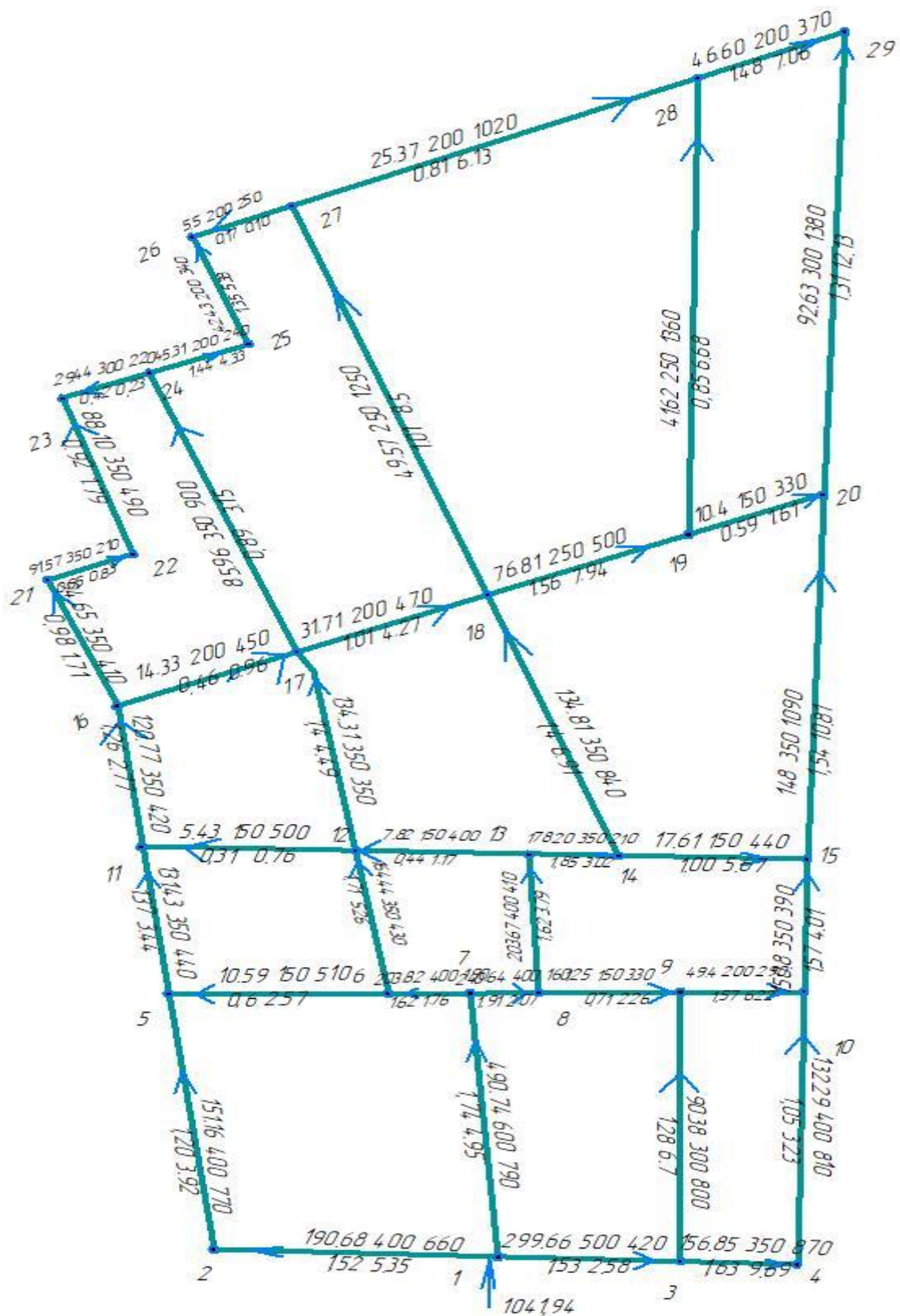


Рисунок 3.11 Фактичний потікорозподіл для режиму пожежі в годину максимального водоспоживання ВЗ

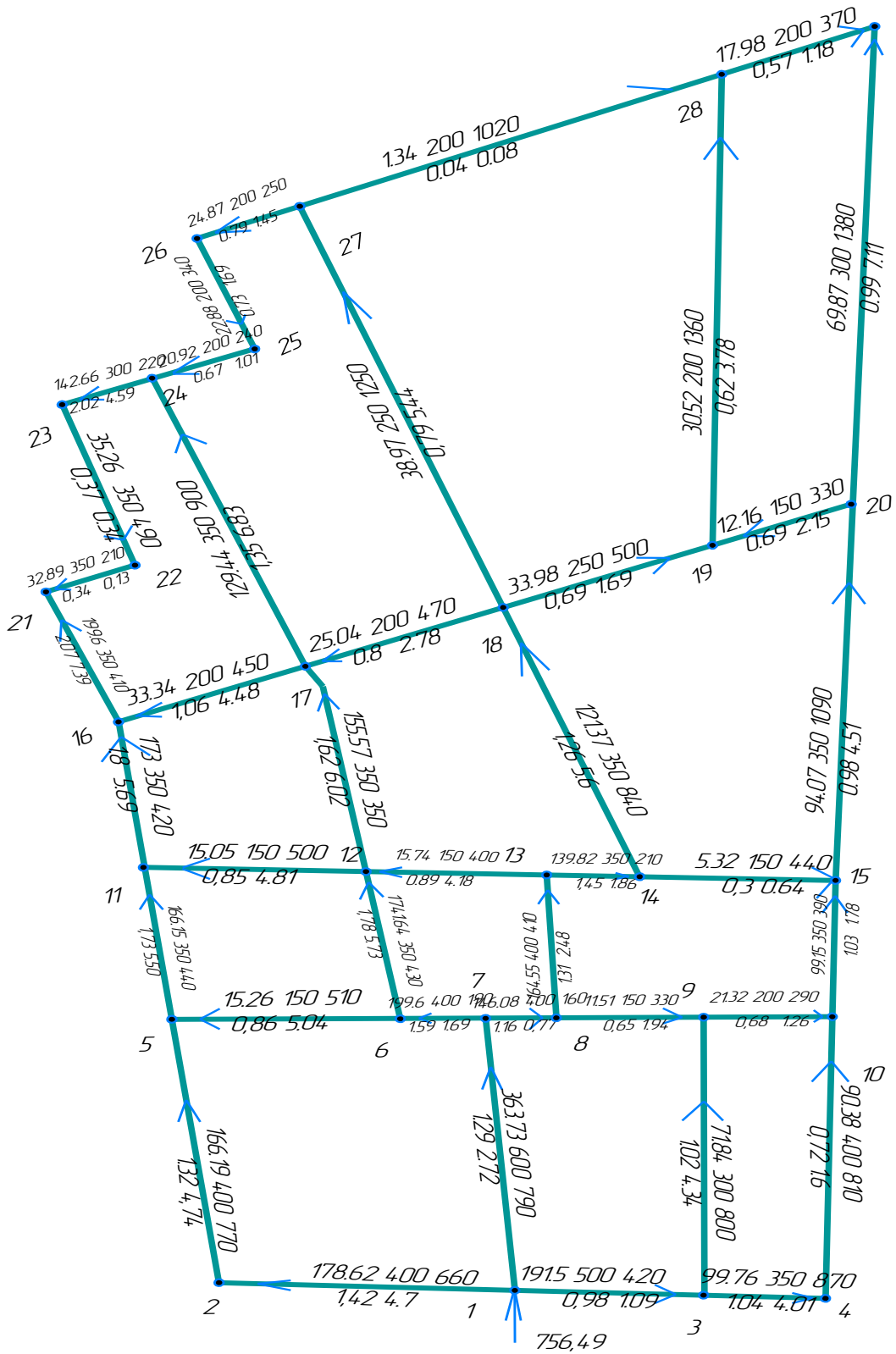


Рисунок 3.12 Фактичний потікорозподіл для режиму максимального транзиту ВЗ

3.1.5 Визначення п'єзометричних позначок та вільних напорів у вузлах мережі В2 та В3

Необхідні позначки та вільні напори у всіх вузлах мережі визначаються в табл.3.3 та табл. 3.4.

Невигідні вузли для варіанта 2:

- для максимального водоспоживання – вузол 29,
- для пожежі в годину максимального водоспоживання - вузол 29,
- для режиму транзиту – водонапірна башта.

$$P_{в.б.} = 198,38 + 1,8 = 200,18 \text{ м}$$

$$H_{в.б.} = 200,18 - 141,00 = 59,18 \text{ м}$$

$$\text{Позначка в т. 21 для режиму транзиту: } 200,18 + 2,59 = 202,77 \text{ м}$$

для варіанта 3:

- для максимального водоспоживання – вузол 29,
- для пожежі в годину максимального водоспоживання - вузол 29,
- для режиму транзиту – водонапірна башта.

$$P_{в.б.} = 197,58 + 1,8 = 199,38 \text{ м}$$

$$H_{в.б.} = 199,38 - 141,00 = 58,38 \text{ м}$$

$$\text{Позначка в т. 21 для режиму транзиту: } 199,38 + 2,59 = 201,84 \text{ м}$$

При цьому, найменше значення різниці напорів $\nabla = 25,79$ спостерігається для розрахункового варіанту 2.

$$\text{Варіант 1: } P_1^1_{\text{макс.}} = 191,33 \text{ м } P_1^1_{\text{транз.}} = 225,95 \text{ м}$$

$$\nabla = 225,95 - 191,33 = 34,62$$

$$\text{Варіант 2: } P_1^2_{\text{макс.}} = 197,85 \text{ м}$$

$$P_1^2_{\text{транз.}} = 223,64 \text{ м}$$

$$\nabla = 223,64 - 197,85 = 25,79$$

$$\text{Варіант 3: } P_1^3_{\text{макс.}} = 199,28 \text{ м } P_1^3_{\text{транз.}} = 229,86$$

$$\nabla = 229,86 - 199,28 = 30,58$$

Завдяки різним варіантам призначення діаметрів ділянок вдалося зменшити різницю напорів на: $34,62 - 25,79 = 8,83$ м, що свідчить про важливість вірного поперднього поточкорозподілу в мережі, який є вихідною величиною для призначення діаметрів ділянок і визначає техніко-економічні показники мережі в цілому.

Таблиця 3.3 – П'єзометричні позначки та вільні напори у вузлах мережі варіант 2

№ вузла	Позначка землі, м	Режим максимального водоспоживання			Режим максимального транзиту			Пожежа в годину максимального водоспоживання		
		h _{діл.}	П _{вуз}	Н _{вуз}	h _{діл.}	П _{вуз}	Н _{вуз}	h _{діл.}	П _{вуз}	Н _{вуз}
1	130,8		197,85	67,05		223,64	92,84		178,86	48,06
2	132,6	0.75	197,1	64,5	4,69	218,95	86,35	5,05	173,81	41,21
3	130,6	1.52	196,33	65,73	0,86	222,78	92,18	2,12	176,74	46,14
4	129,8	5.87	190,46	60,66	3,77	219,01	89,21	9,56	167,18	37,38
5	135,0	0.26	196,84	61,84	4,73	214,22	79,22	3,65	170,13	35,13
6	133,5	3.29	193,56	60,06	4,26	218,51	85,01	0,86	170,96	37,46
7	132,7	1.01	194,57	61,87	2,1	220,61	87,91	2,22	173,18	40,48
8	132,00	1.41	193,15	61,15	0,76	219,85	87,85	2,21	170,97	38,97
9	131,00	3.45	189,7	58,7	3,18	216,67	85,67	2,99	167,98	36,98
10	130,5	2.76	186,95	56,45	0,52	216,11	85,61	7,15	160,86	30,36
11	137,5	0.04	196,88	59,38	2,66	211,56	74,06	1,49	168,64	31,14
12	134,5	5.19	191,69	57,19	3,25	214,82	80,32	1,27	167,34	32,84
13	132,5	0.9	190,79	58,29	2,69	217,51	85,01	0,39	166,95	34,45
14	130,9	1.05	189,74	58,84	0,92	216,59	85,69	1,8	165,15	34,25
15	130,6	4.04	185,71	55,11	1,63	214,9	84,3	7,07	158,1	27,5
16	138,3	0.49	197,37	59,07	5,41	206,15	67,85	1,87	166,77	28,47
17	136,0	7.36	190,01	54,01	4,7	210,85	74,85	2,73	164	28
18	134,0	3.6	186,41	52,41	1,38	212,23	78,23	5,06	158,94	24,94
19	132,05	3.53	182,88	50,83	1,4	210,83	78,78	6,29	152,65	20,6
20	131,5	1.6	181,29	49,79	0,01	210,79	79,29	5,29	147,37	15,87
21	139,0	1.01	198,38	59,38	3,52	202,57	63,57	0,39	166,38	27,38
22	137,8	3.39	194,99	57,19	0,81	203,38	65,58	1,88	164,5	26,7
23	138,5	7.22	187,79	49,29	2,11	205,49	66,99	3,9	160,6	22,1
24	137,0	0.2	187,99	50,99	1,06	201,37	64,37	0,23	160,83	23,83
25	135,5	1.75	186,24	50,74	0,23	200,6	65,1	5,24	155,59	20,09
26	135,5	2.03	184,21	48,71	0,46	202,06	66,56	6,59	148,96	13,46
27	134,9	1.19	183,02	48,12	0,45	202,51	67,61	0,00	148,96	14,06
28	132,0	3.41	179,61	47,61	0,33	202,18	70,18	3,53	145,43	13,43
29	130,8	2.81	176,8	46,00	0,49	200,99	70,19	4,63	140,8	10,00

Таблиця 3.4 – П'єзометричні позначки та вільні напори у вузлах мережі варіант 3

№ вузла	Позначка землі, м	Режим максимального водоспоживання			Режим максимального транзиту			Пожежа в годину максимального водоспоживання		
		Н _{діл.}	П _{вуз}	Н _{вуз}	Н _{діл.}	П _{вуз}	Н _{вуз}	Н _{діл.}	П _{вуз}	Н _{вуз}
1	130,8		199,28	68,48		229,86	99,06		183,25	52,45
2	132,6	1,49	197,79	65,19	4,7	225,16	92,56	5,35	177,9	45,3
3	130,6	1,87	197,41	66,81	1,09	228,77	98,17	2,58	180,67	50,07
4	129,8	3,56	193,85	64,05	4,01	224,76	94,96	9,69	170,98	41,18
5	135,0	0,83	196,96	61,96	4,74	220,42	85,42	3,92	173,98	38,98
6	133,5	0,75	196,21	62,71	5,04	225,47	91,97	2,57	176,57	43,07
7	132,7	0,6	196,81	64,11	1,65	227,16	94,46	1,76	178,33	45,63
8	132,00	1,1	195,71	63,71	0,77	226,36	94,36	2,07	176,26	44,26
9	131,00	2,35	193,36	62,36	1,94	224,45	93,45	2,26	174	43
10	130,5	1,79	191,61	61,11	1,26	223,16	92,66	6,22	167,75	37,25
11	137,5	0,13	197,09	59,59	5,5	214,92	77,42	3,44	170,54	33,04
12	134,5	2,54	194,54	60,04	4,81	219,94	85,44	0,76	171,31	36,81
13	132,5	0,37	194,17	61,67	4,18	223,92	91,42	1,17	172,48	39,98
14	130,9	1,53	192,64	61,74	1,86	222,06	91,16	3,02	169,55	38,65
15	130,6	2,74	189,65	59,05	0,64	221,38	90,78	5,67	163,74	33,14
16	138,3	0,01	197,1	58,8	5,69	209,23	70,93	2,77	167,77	29,47
17	136,0	3,94	193,16	57,16	4,48	213,68	77,68	0,96	166,82	30,82
18	134,0	3,67	189,49	55,49	2,78	216,46	82,46	4,27	162,55	28,55
19	132,05	4,27	185,22	53,17	1,69	214,72	82,67	7,94	154,61	22,56
20	131,5	0,00	184,98	53,48	2,15	216,87	85,37	1,61	152,85	21,35
21	139,0	0,48	197,58	58,58	7,39	201,84	62,84	1,71	166,06	27,06
22	137,8	1,65	195,93	58,13	0,13	201,97	64,17	0,81	165,23	27,43
23	138,5	3,66	192,27	53,77	0,34	202,08	63,58	1,79	163,44	24,94
24	137,0	0,01	192,28	55,28	4,59	206,87	69,87	0,23	163,67	26,67
25	135,5	1,69	190,59	55,09	1,01	207,88	72,38	4,33	159,34	23,84
26	135,5	1,95	189,04	53,54	1,69	209,57	74,07	5,38	153,89	18,39
27	134,9	1,14	187,9	53	1,45	211,02	76,12	0,1	153,99	19,09
28	132,0	6,81	181,09	49,09	0,08	210,94	78,94	6,13	147,86	15,86
29	130,8	4,29	176,8	46,00	1,18	209,76	78,96	7,06	140,8	10,00

3.2 Розрахунок насосної станції II підйому

3.2.1 Визначення розрахункової витрати насосної станції II підйому

Розрахункова подача насосів насосної станції II підйому визначається за графіком сумісного водоспоживання населеного пункту та подачі насосів насосної станції. Приймається двоступенева подача води в місто.

Загальний об'єм подачі насосної станції першого підйому складає 100%, тоді середньогодинна годинна подача: $100/24=4,17\%$

Годинна подача насосної станції для кожного ступеня подачі води визначається:

$$Q_{i.n.c} = Q_{доб} \times P_i / 100, \quad (3.10)$$

де P_I и $Q_{i.n.c}$ – подача кожного ступеня насосної станції у відсотках, % та $m^3/год$ $P_I = 2,0 \%$, $P_{II} = 5,06 \%$

$Q_{доб}$ - добова витрата води населеним пунктом, $m^3/доб$

$$Q_{доб} = 53821,60 \text{ м}^3/доб$$

$$Q_I = 53821,60 \times 2,0 / 100 = 1076,43 \text{ м}^3/год = 299,0 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 53821,60 \times 5,06 / 100 = 2723,37 \text{ м}^3/год = 756,49 \text{ л/с}$$

3.2.2 Розрахунковий напір насосної станції

Необхідний напір визначається для режиму максимального господарського водоспоживання, максимального транзиту і пожежі в годину максимального водоспоживання.

Максимальна подача насосної станції складає:

$$Q_{II.n.c.m.} = 2723,37 \text{ м}^3/год = 756,49 \text{ л/с}$$

Розрахункова подача насосної станції при пожежі відповідає повній господарсько-питній витраті, так як під час пожежі башта вимикається.

$$Q'_{н.ст.} = Q_{макс.} + Q_{п.},$$

де $Q_{макс.}$ - витрата води в годину максимального водоспоживання,
 $Q_{пож.}$ – розрахункова витрата води на гасіння пожежі.

$$Q'_{н.ст.} = (53821,60 * 6,28 / 100) / 3,6 + 145,0 = 1083,88 \text{ л/с.}$$

Без урахування витрати води на приймання душу під час пожежі:

$$Q'_{н.ст.} = 1083,88 - 22,22 - 19,72 = 1041,94 \text{ л/с.}$$

$$Q_{тр} = 53821,60 * 5,06 / 100 = 2723,37 \text{ м}^3/\text{Год} = 756,49 \text{ л/с}$$

Розрахункова витрата кожного із всмоктуючих водоводів:

$$Q_{вс.в.} = Q_{max.н.ст.} / (n_{вс} - 1), \quad (3.11)$$

де $Q_{max.н.ст.}$ - максимальна подача насосної станції, л/с;

$n_{вс}$ - кількість всмоктуючих водоводів.

$$Q_{всм} = 756,49 / 1 = 756,49 \text{ л/с}$$

При визначенні діаметрів трубопроводів насосної станції враховується велика кількість різноманітних факторів, які визначають економічність системи в цілому – економічний фактор. Діаметр трубопроводів призначається з урахуванням рекомендованих швидкостей руху води в них.

$Q_{всм} = 756,49 \text{ л/с}$ - $d = 800 \text{ мм}$, $v = 1,5 \text{ м/с}$, $1000 i = 3,24$ [12]; що відповідає рекомендованим швидкостям $v = 0,8 - 1,5 \text{ м/с}$ [6]

Для напірних водоводів витрата визначається:

$$Q_{н.в.} = Q_{max.н.ст.} / n_{н.}, \quad (3.12)$$

де $n_{н.}$ - кількість напірних водоводів.

$$Q_{н.в.} = 756,49 / 2 = 378,45 \text{ л/с}$$

Необхідний напір визначається за формулою:

$$H_p = H_r + h_g + h_z, \quad (3.13)$$

де H_r - геометрична висота підйому;

h_g - втрати напору у всмоктуючих та напірних трубопроводах,

h_3 -запас води на втрати напору в комунікаціях насосної станції, які приймаються 2-4 м. [13];

Геометрична висота підйому визначається:

$$H_z = \Pi_1 - z, \quad (3.14)$$

де Π_1 - пьезометрична позначка в точці підключення водоводів до мережі для розрахункових випадків. м

z – позначка рівня води в резервуарах чистої води, м.

- для режиму максимального водоспоживання приймається позначка пожежного рівня води,
- для режиму пожежі - дна РЧВ.

Для розрахунків приймаються наступні позначки для РЧВ:

- позначка землі у РЧВ -121,9 м
- позначка максимального рівня води приймається на 0,5 вище позначки землі: $121,9+0,5=122,4$ м
- позначка дна РЧВ при глибині шару води (приймається 4,3 м) складає: $122,4 -4,3=118,1$ м
- позначка пожежного рівня води при висоті пожежного запасу води (0,45 м) складає: $118,1+0,45=118,55$ м

Геометрична висота визначається для всіх розрахункових режимів.

Проектування насосної станції другого підйому виконується для варіанту 2, який має найменшу різницю в напорах для режиму максимального водоспоживання та режиму транзиту.

Варіант 2:

$$\Pi_1^2_{\text{макс.}} = 197,85 \text{ м}$$

$$\Pi_1^2_{\text{транз.}} = 223,64 \text{ м}$$

$$\nabla = 223.64 - 197.85 = 25.79$$

$$\Pi_1^2_{\text{пож.}} = 178,86 \text{ м}$$

$$H_{\text{геом макс.}} = 197,85 - 118,55 = 79,3 \text{ м}$$

$$H_{\text{геом транз.}} = 223,64 - 118,55 = 105,09 \text{ м}$$

$$H_{\text{геом пож.}} = 178,86 - 118,1 = 60,76 \text{ м}$$

Втрати напору у всмокуючих та напірних трубопроводах визначаються:

$$h = 1,2 il \quad (3.15)$$

де l - довжина напірного та всмокутого водоводу, м

i – питомі втрати напору [12];

При довжині всмокутого трубопроводу за графічною частиною $l = 80,0$ м, втрати напору складають:

Для максимального водоспоживання:

$$H_{\text{вс}} = 1,2 * 80,00 * 0,00324 = 0,31 \text{ м}$$

Для випадку пожежі: ($Q_{\text{вс пож.}} = 1041,94$ л/с, $d = 800$ мм, тоді $v = 2,07$ м/с $1000 * i = 6,15$)

$$H_{\text{вс пож.}} = 1,2 * 80,00 * 0,00615 = 0,59 \text{ м}$$

Діаметр напірних трубопроводів при витраті $Q_{\text{нап.в}} = 378,45$ л/с приймається:

$d = 600$ мм, $v = 1,338$ м/с $1000 * i = 3,725$ [12], що відповідає рекомендованим швидкостям $v = 1,0 - 3,0$ м/с [6]

При довжині напірних водоводів, $l = 2,2$ км, втрати напору складають:

Для максимального водоспоживання:

$$H_{\text{н}} = 1,2 * 2200,00 * 0,0037 = 9,76 \text{ м}$$

Для випадку пожежі: ($Q_{\text{вс пож.}} = 1041,94 / 2 = 520,97$ л/с, $d = 600$ мм, тоді $v = 1,8$ м/с $1000 * i = 7,05$)

$$H_{\text{н пож.}} = 1,2 * 2200,00 * 0,00705 = 18,6 \text{ м}$$

Тоді, необхідний напір насосної станції:

- для режиму максимального водоспоживання:

$$H_{\text{н.с.}} = 79,3 + 0,31 + 9,76 + 2,0 = 91,37 \text{ м}$$

- для випадку пожежі в годину максимального водоспоживання:

$$H_{\text{н.с.}} = 60,76 + 0,59 + 18,6 + 2,0 = 81,95 \text{ м}$$

- для режиму максимального транзиту:

$$H_{н.с.} = 105,09 + 0,31 + 9,76 + 2,0 = 117,16 \text{ м}$$

3.2.3 Вибір насосів

Насоси призначаються виходячи із розрахункової подачі насосної станції та отриманих напорів для режиму максимального водоспоживання та максимального транзиту за допомогою каталогу [14].

При сумісній роботі групи насосів подача одного насоса складає:

$$Q_{1 \text{ нас.}} = (Q_{\text{макс}} / n) * k \quad (3.16)$$

де k - коефіцієнт, який враховує збільшення подачі при відімкненні насосу. $k=1,11, 1,18$ при вимиканні одного або двох насосів при паралельній роботі [15].

Тоді, при паралельній роботі двох насосів орієнтовна подача одного насоса складає:

$$Q_{1 \text{ нас.}} = 756,49 / 2 * 1,11 = 419,85 \text{ л/с}$$

При паралельній роботі трьох насосів –

$$Q_{1 \text{ нас.}} = 756,49 / 3 * 1,18 = 297,55 \text{ л/с}$$

Оптимальним вважається установка на насосній станції однотипових насосів із мінімальною кількістю – 2, працюючих в зоні максимального ККД.

Остаточне рішення по вибору марки насосів здійснюється на основі уточнення характеристик роботи насосної станції для різних режимів роботи: максимального водоспоживання, транзиту та подачі пожежної витрати в годину максимального водоспоживання.

Перевірка виконується графічним методом, шляхом побудови сумісної характеристики насосів та водоводів. При паралельній роботі однотипових насосів сумісна характеристика будується методом складання подачі при

однаковому напорі, на основі гідравлічної характеристики. Характеристика водоводів будується аналогічно.

Характеристика водоводів визначається за формулою:

$$H_i = (S_k + 1,2 \times l \times \delta \times S_o) \times Q^2 + H_z = 1,2 \times i \times l + H_z = h_{ep} + H_z, \quad (3.17)$$

При побудові характеристик враховується:

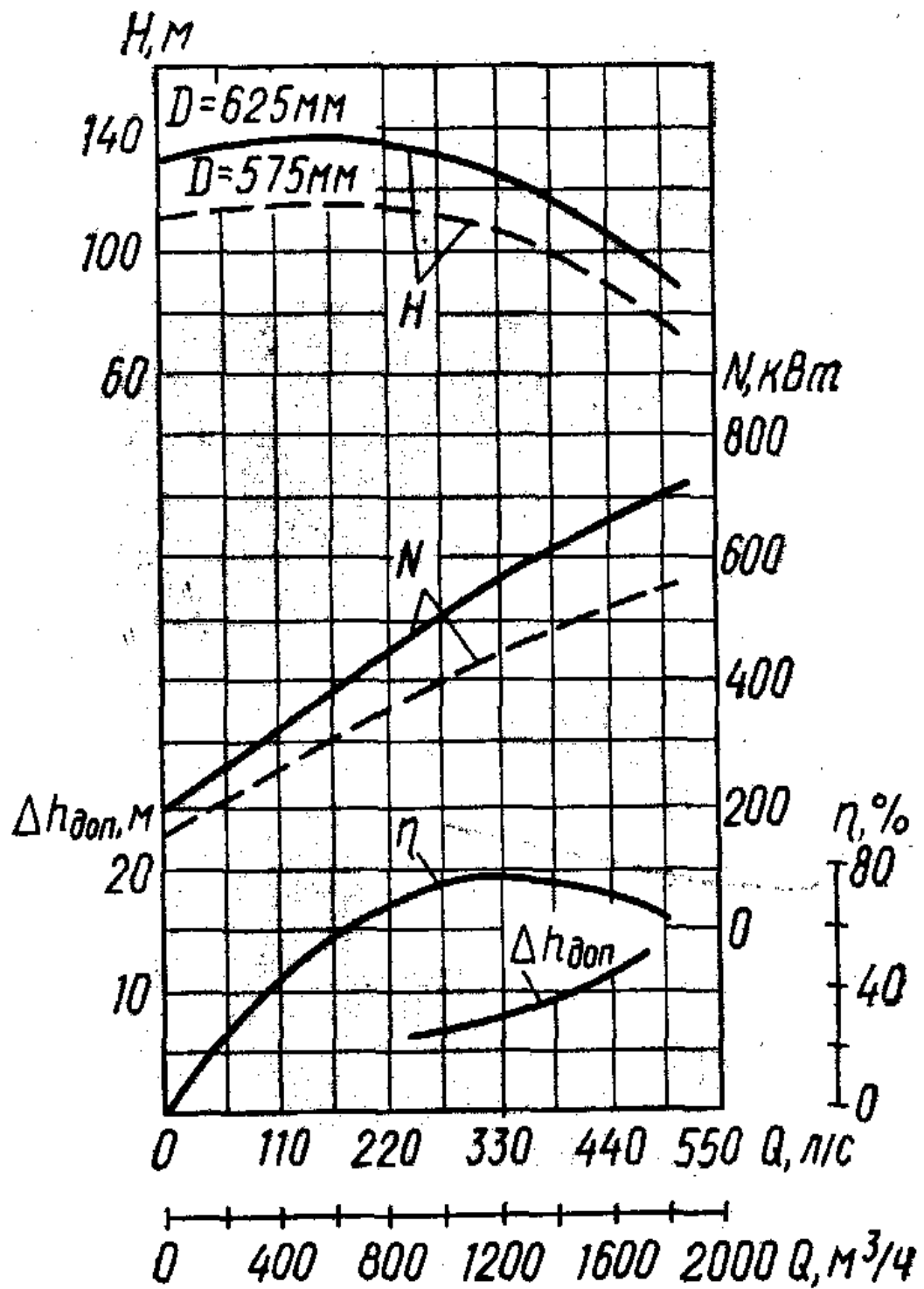
- геометрична висота підйому при максимальному водоспоживанні

$$H_{\text{геом}} = 79,3 \text{ м},$$

- геометрична висота підйому для випадку пожежі при максимальному водоспоживанні $H_{\text{геом}} = 60,76 \text{ м}$

- геометрична висота підйому при транзиті $H_{\text{геом}} = 105,09 \text{ м},$

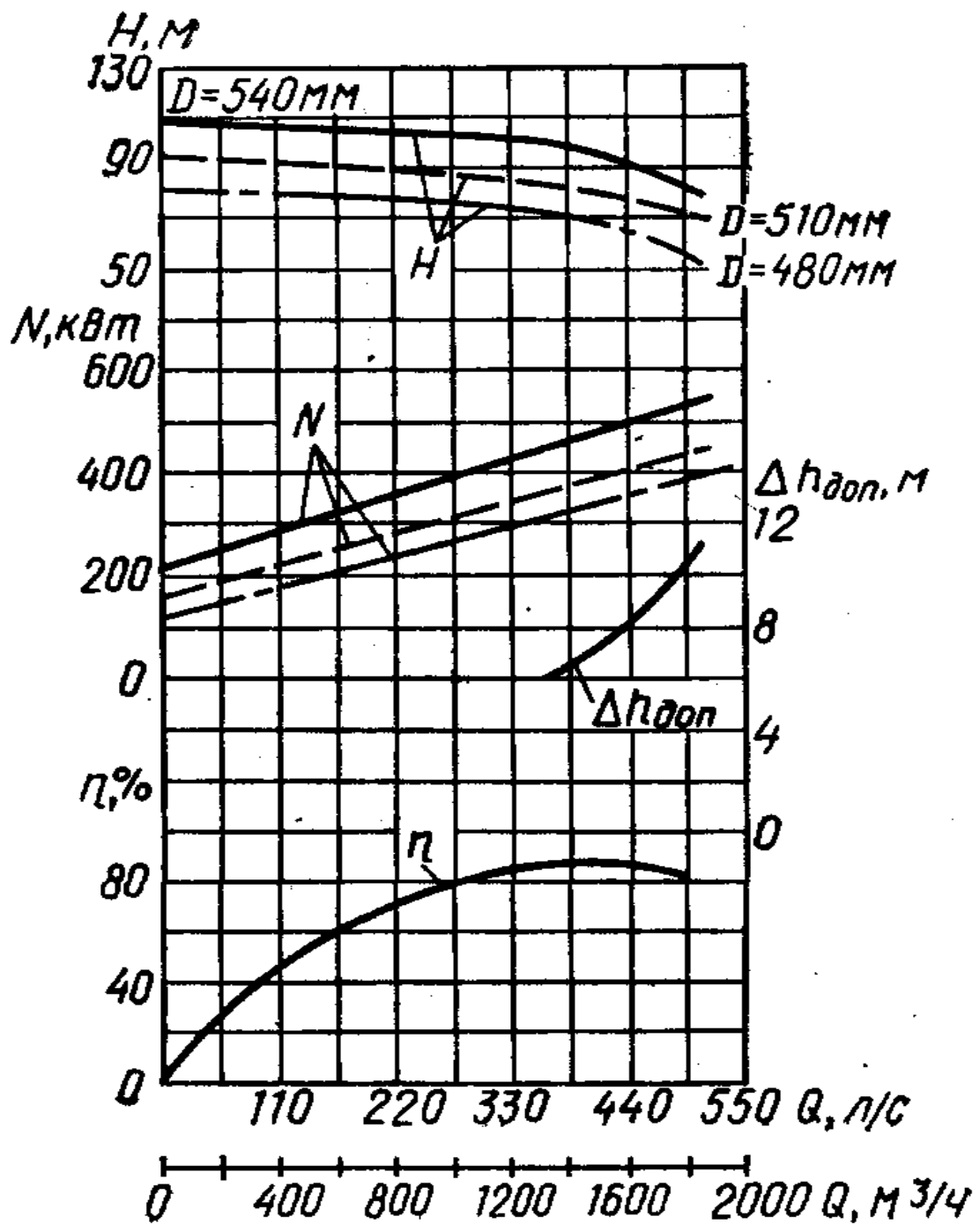
Розрахунки характеристики водоводів зводяться в табл. 3.5 і за ними будується графічна залежність $H_i = f(Q_i)$, яка наводиться на рис. 3.14 та 3.15, до якої додаються гідравлічні характеристики насосів марки Д 1250-125. (рис. 3.12) та Д1600-90 (рис. 3.13)



Характеристика насоса Д1250-125;
 $n = 1450$ об/мин

Рисунок 3.12

Гідравлічна характеристика насосу марки Д 1250-125



Характеристика насоса Д1600-90;
 $n = 980$ об/мин

Рисунок 3.13 Гідравлічна характеристика насосу марки Д 1600-90

Таблиця 3.5 – Розрахунок характеристики напірних водоводів
($d=600$ мм $l= 2,2$ км)

Вид показника	Значення показників при Q_i					
	<i>Година максимального водоспоживання</i>					
Q, л/с	0,000	100,00	200,00	300,00	400,00	500,00
V, м/с		0,354	0,7	1,061	1,41	1,76
i		0,00032	0,00113	0,00238	0,00416	0,0065
$H_{\text{нап.}}$	0,00	0,85	2,98	6,28	10,98	17,16
H_r , м	79,3					
H_i , м	79,3	80,14	82,28	85,58	90,28	96,46
<i>Пожежа в годину максимального водоспоживання</i>						
H_r , м	60,76					
H_i , м	60,76	61,60	63,74	67,04	71,74	77,92
<i>Година максимального транзиту</i>						
H_r , м	105,09					
H_i , м	105,09	105,93	108,07	111,37	116,07	122,25

Аналіз сумісного графіка роботи насосів та водоводів показує:

- насоси Д1600-90,

фактична точка подачі насосної станції для максимального водоспоживання, при паралельній роботі двох насосів Д 1600-90 розташована вище необхідного напору і перевищує потрібну витрату насосної станції другого підйому. Для забезпечення раціональної витрати електричної енергії необхідно регулювання роботи насосів - дроселюванням засувкою. Необхідна пожежна витрата забезпечується паралельною роботою двох насосів при зменшенні напору. Але при компоновці насосної станції насосами марки Д1600-90 неможливо наповнити бак водонапірної башти, так як режим максимального транзиту води вимагає підвищеного тиску в мережі.

насоси Д1250-125,

фактична точка подачі насосної станції для максимального водоспоживання, при паралельній роботі двох насосів Д1250-125 розташована вище необхідного напору і перевищує потрібну витрату насосної станції другого

підйому. Для забезпечення раціональної витрати електричної енергії необхідно регулювання роботи насосів - дроселюванням засувкою. Необхідна пожежна витрата та максимальна транзитна витрата забезпечується подачею трьох паралельно працюючих насосів Д1250-125.

Найбільш оптимальною компоновкою є робота насосів з більш крутопадаючою характеристикою (Д1250-125)

Тоді, загальна кількість агрегатів з урахуванням забезпечення резерву складає 5 (3 робочих та 2 резервних), згідно вимогам [6].

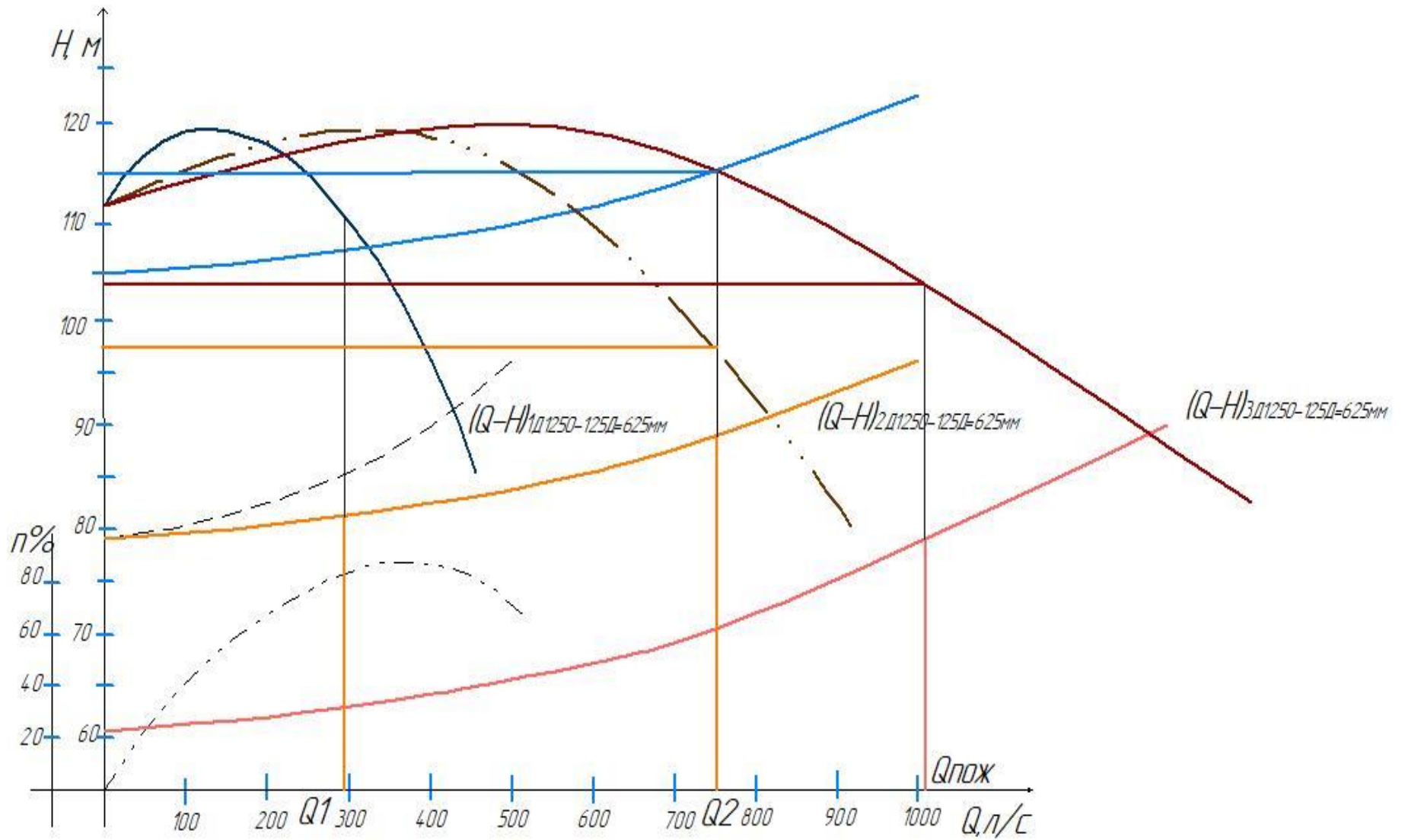


Рисунок 3.13 Сумісний графік роботи насосів та водоводів

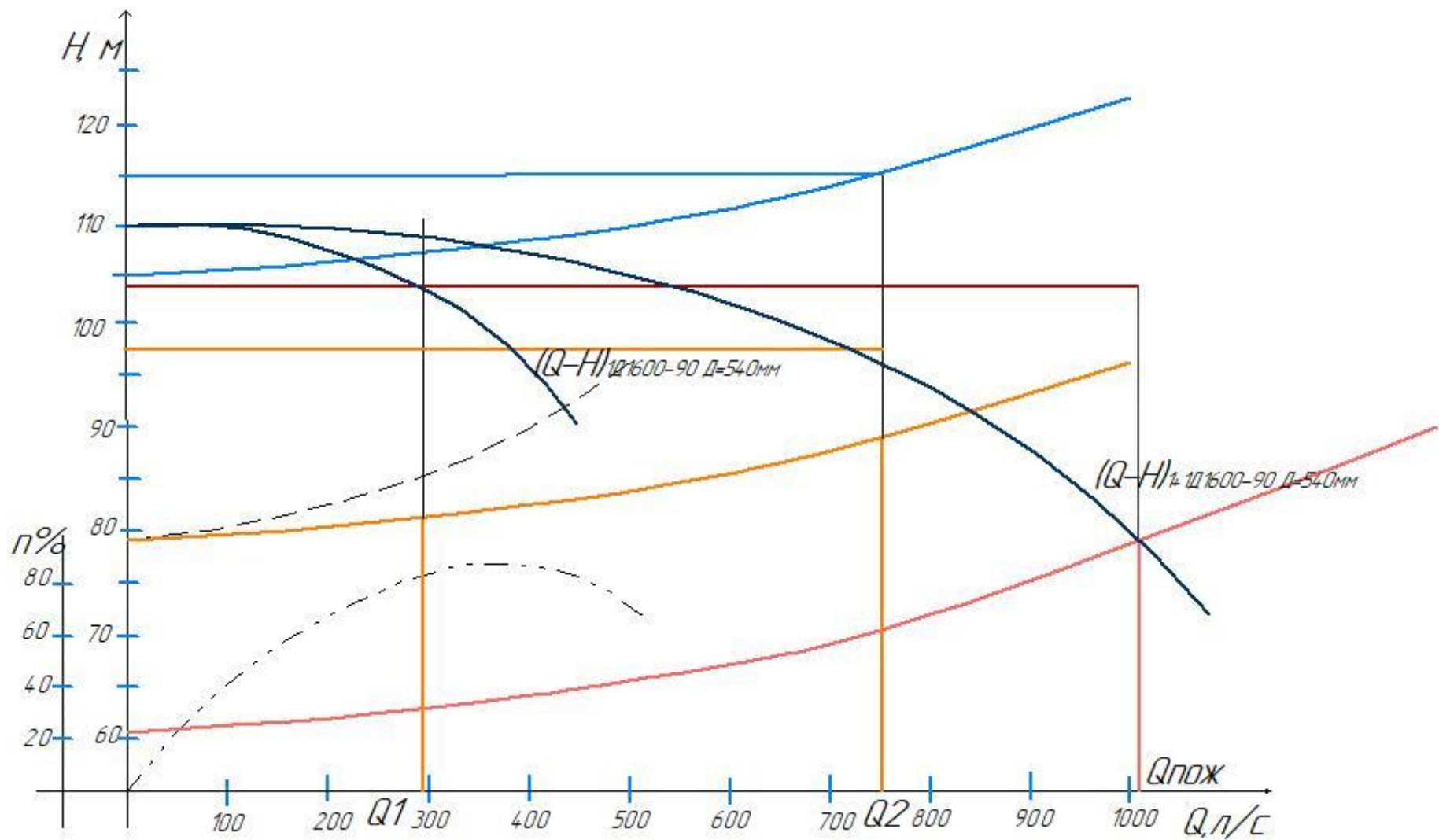


Рисунок 3.14 Сумісний графік роботи насосів та водоводів

3.3 Перевірочні розрахунки мережі

Виконуються перевірочні розрахунки мережі в годину мінімального та середньогодинного водорозбору в мережі.

Мінімальний водорозбір в мережі відбувається вночі с 1⁰⁰ до 4⁰⁰ і складає 1,54 % від добової витрати води містом - 827,95м³ за добу. В ці години також відбувається наповнення баку водонапірної башти, як і при режимі максимального транзиту.

Середньогодинний водорозбір в мережі відповідає 4,17 % від добової витрати води містом, при якому також наповнюється бак водонапірної башти.

Вузлові витрати для мінімального водоспоживання та середньогодинної витрати визначаються за допомогою коефіцієнту перерахунку, який складає: $k_1 = 146,23/707,04 = 0,2068$ (мінімальне водоспоживання) та $431,09/707,04 = 0,6097$ (середньогодинне водоспоживання).

Для години мінімального водоспоживання:

$$Q_{п.п.1} = 82,03 \text{ л/с}$$

$$Q_{п.п.2} = 0$$

$$Q_{н.с.} = 0,02 * 53821,6 = 2723,37 \text{ м}^3/\text{год} = 299 \text{ л/с}$$

$$Q_{в.б. \text{ мін}} = 0,0046 * 53821,6 = 828,85 \text{ м}^3/\text{год} = 69,03 \text{ л/с}$$

Для години середньогодинного водоспоживання:

$$Q_{п.п.1} = 84,34 \text{ л/с}$$

$$Q_{п.п.2} = 108 \text{ л/с}$$

$$Q_{в.б. \text{ сер}} = (5,06 - 4,17) * 53821,6 / 100 = 479 \text{ м}^3/\text{год} = 133,06 \text{ л/с}$$

Результати гідравлічної ув'язки водопровідної мережі (В2) з урахуванням режиму мінімального та середньогодинного водорозбору на ПК представлені в Додатку 3.

Фактичний потік розподіл для режиму мінімального та середньогодинного водорозбору представлені на рис. 3.17-3.18. Невигідна точка для обох режимів – водонапірна башта.

Таблиця 3.6- Визначення вузлових витрат

Нумер вузла	Вузлова витрата $Q_{\text{вузл}}$	Вузлова витрата $Q_{\text{вузл}}$	
		мінімальне водоспоживання	середньогодинне водоспоживання
1	60,48	12,51	36,87
2	32,52	6,73	19,83
3	52,07	10,77	31,75
4	24,56	5,08	14,97
5	37,32	7,72	22,75
6	28,79	5,95	17,55
7	46,29	9,57	28,22
8	22,48	4,65	13,71
9	55,84	11,55	34,05
10	30,90	6,39	18,84
11	16,09	3,33	9,81
12	32,53	6,73	19,83
13	17,65	3,65	10,76
14	25,78	5,33	15,72
15	20,42	4,22	12,45
16	11,79	2,44	7,19
17	30,97	6,40	18,88
18	40,14	8,30	24,47
19	24,79	5,13	15,11
20	20,77	4,30	12,66
21	3,08	0,64	1,88
22	3,47	0,72	2,12
23	3,52	0,73	2,15
24	11,21	2,32	6,83
25	2,88	0,60	1,76
26	2,93	0,61	1,79
27	18,70	3,87	11,40
28	20,39	4,22	12,43
29	8,68	1,80	5,29
	707,04	146,23	431,09

Попередній потікорозподіл представлений на рис. 3.15 -3.16.

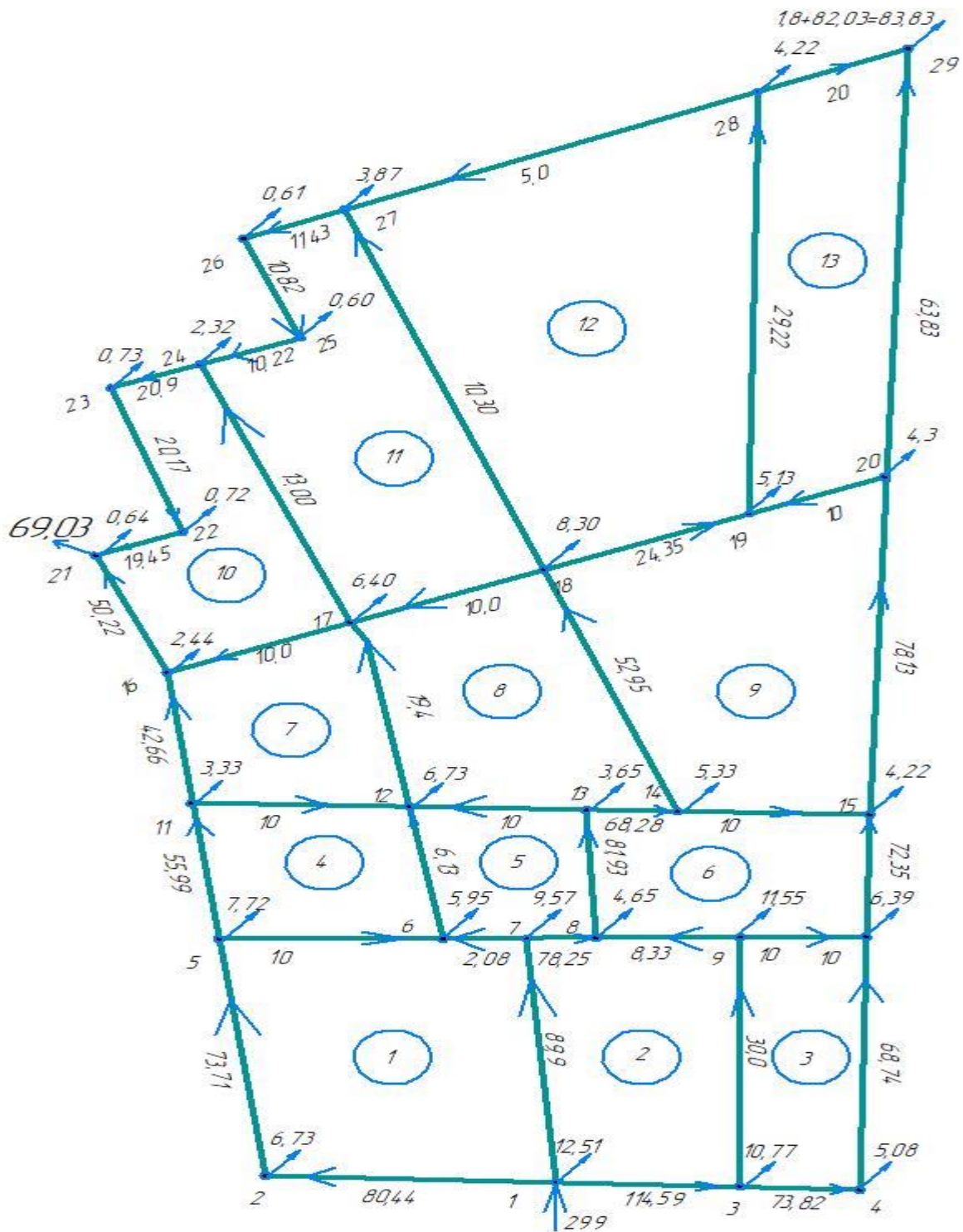


Рисунок 3.15 Попередній потікорозподіл для режиму мінімального водорозбору

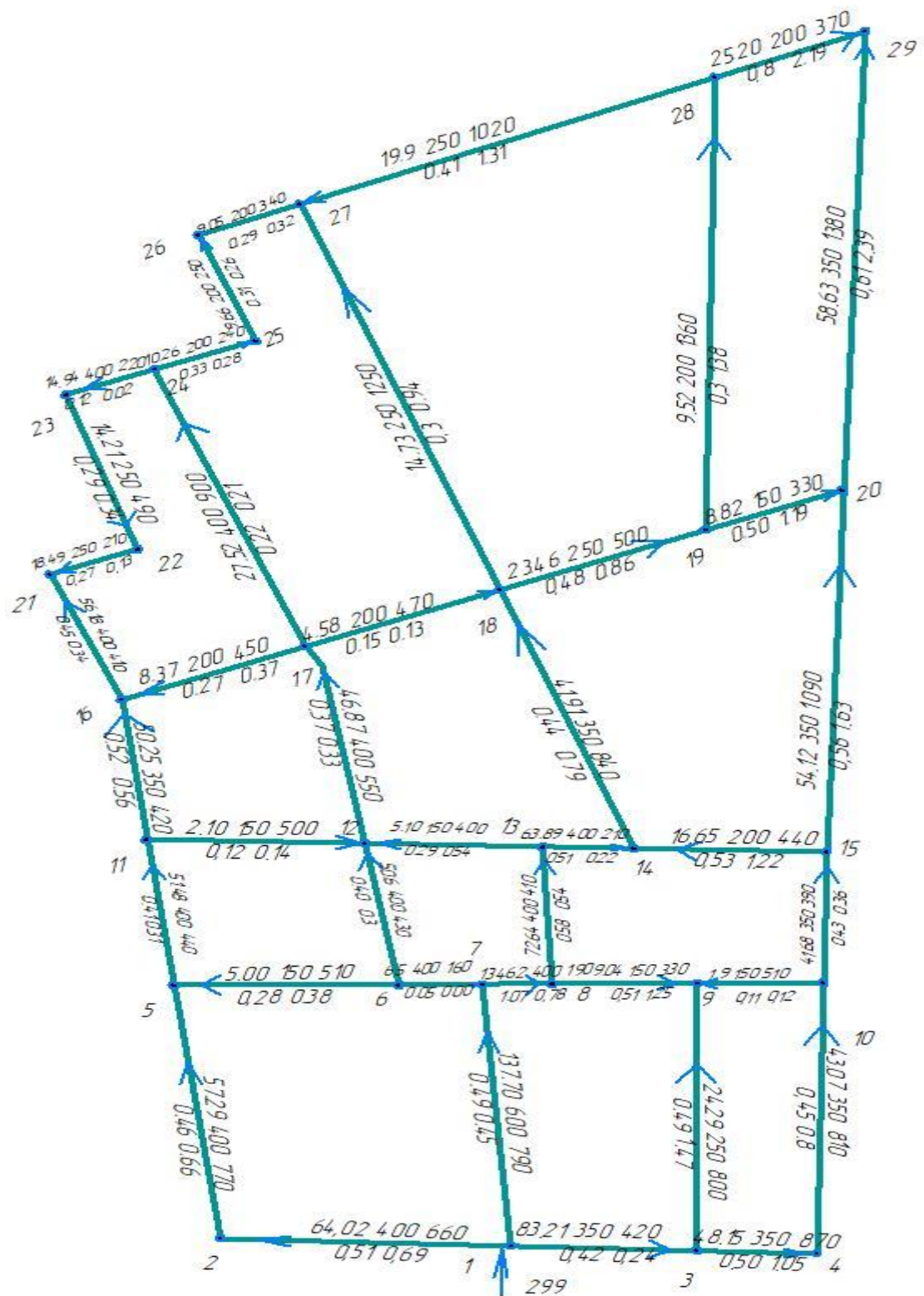


Рисунок 3.17 Фактичний потікорозподіл для режиму мінімального водорозбору

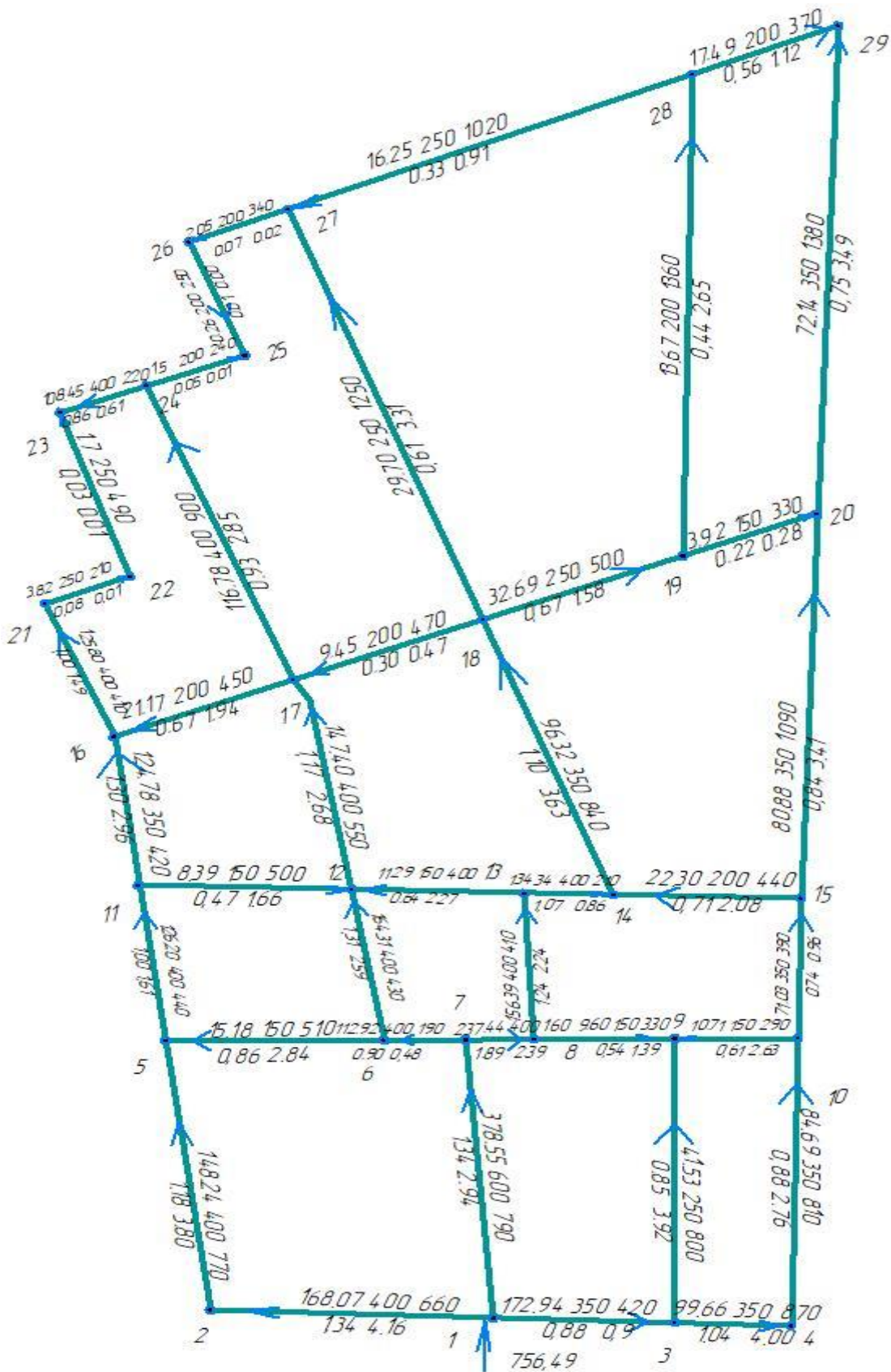


Рисунок 3.18 Фактичний потікорозподіл для режиму середньогодинного водорозбору

Втрати напору у водоводах від водонапірної башти до в. 21 фор-ла 3.8:

Для години мінімального водоспоживання:

$69,03/2=34,5$ л/с на один водовод

$d = 350$ мм $1000 \cdot i = 0,664$ $v = 0,35$ м/с

$h_{6-r21} = 1,1 \cdot 0,000664 \cdot 400 = 0,292$ м

Для години середньогодинного водоспоживання:

$133,06/2 = 94,69$ л/с на один водовод

$d = 350$ мм $1000 \cdot i = 4,18$ $v = 0,984$ м/с

$h_{6-r21} = 1,1 \cdot 0,0042 \cdot 400 = 1,8$ м

Необхідні позначки та вільні напори у всіх вузлах мережі представлені в графічній частині роботи.

Як видно з п'єзометричних ліній водопровідної мережі для розрахункових режимів: максимального транзиту води в башту; максимального водорозбору; мінімального та середньогодинного водорозбору напір насосів при максимальному транзиті води в башту є значно більшим (розподіл напорів в системі відповідає п'єзометричній лінії 1), ніж напори для інших режимів роботи мережі, і є визначальним для підбору насосного обладнання. При максимальному водорозборі подача насосів є недостатньою для потреб міста і частина води потрапляє із водонапірної башти (розподіл напорів в системі відповідає п'єзометричній лінії 2). Межею між зонами живлення являються лінії сходу потоків. Положення лінії сходу потоків змінюється в залежності від водоспоживання міста, подачі насосів та витрати води з контррезервуару. Ця лінія відсутня при мінімальному водорозборі (п'єзометрична лінія 3). Режимі мінімального та середньогодинного водорозбору так як і режим транзиту вимагають підвищених тисків в мережі. В водопровідній мережі міста утворюються зони з надлишковими тисками, що призводить до зниження економічних показників, збільшення витоків із зовнішньої мережі, підвищення

аварійності на ділянках мережі, необхідності впровадження заходів по зниженню тисків у внутрішньобудинкових водопровідних системах.

Гідравлічні розрахунки водопровідної мережі для різних годин водорозбору доводять, що гідравлічний режим роботи мережі має мінливий характер на протязі доби, години. Зміна зазначених параметрів роботи впливає на властивості води в трубопроводах: змінюється склад та концентрація домішок, посилюються біохімічні процеси на внутрішній поверхні труб.

За таких умов експлуатація водопровідної мережі ускладнюється, бо постійно відбуваються незворотні процеси її руйнування. Малі швидкості руху води на відповідних ділянках мережі сприяють створенню осаду та біоплівки, яка з часом мінералізується, її частинки відриваються від поверхні трубопроводів. Подібні процеси спостерігаються із осадом, який під впливом несталого руху води періодично збурюється і потрапляють у потік води, що рухається в трубопроводі, забруднюючи його. Накопичений осад змінює гідравліку руху води, збільшує шорсткість поверхні, сприяє росту гідравлічного опору трубопроводів, формує умови для розвитку мікроорганізмів. В практиці експлуатації для поліпшення гідравлічних характеристик широко застосовують різноманітні методи стабілізації якості води та відновлення працездатності мережі.

Аналіз фактичного поточкорозподілу при різних умовах водорозбору у мережі свідчить, що при мінімальному водорозборі кількість ділянок на яких будуть спостерігатися малі швидкості руху води, збільшується в 3,5 разів, що може призвести до замулювання та погіршення якості води, особливо влітку, коли ґрунт і труби суттєво нагріваються від зовнішнього повітря. Завищені діаметри труб розподільної мережі є причиною погіршення гідравлічних показників її роботи. Необхідно передбачати періодичну промивку цих ділянок.

Висновки по розділу 3

Водопровідна мережа з контррезервуаром, гідравлічні режими роботи якої досліджувалися в роботі має ряд особливостей:

- створення підвищених тисків в мережі, що призводить до витоків із зовнішньої мережі, підвищення аварійності на ділянках мережі, необхідності впровадження заходів по зниженню тисків у внутрішньобудинкових водопровідних системах;

- основними розрахунковими режимами є два режими роботи мережі: максимальний транзит води до водонапірної башти та режим максимального водорозбору. Режим транзиту вимагає підвищених напорів в мережі у порівнянні з режимом максимального водоспоживання. Також, спостерігається значна різниця між необхідними напорами насосної станції для цих режимів, що ускладнює процес підбору насосів для забезпечення необхідного тиску в мережі.

- при облаштуванні контррезервуару значно зменшується нерівномірність роботи насосної станції, подача якої коливається в районі середнього водорозбору, таким чином поліпшується режим експлуатації насосів, так як вони працюють в режимі наближеному до рівномірного (підвищується ККД, спрощується схема автоматики).

- при проектуванні мережі із контррезервуаром необхідно обов'язково враховувати вплив зони живлення башти при визначенні діаметрів ділянок, з метою зменшення втрат напору, таким чином зменшуючи різницю між потрібними напорами для години транзиту та максимального водоспоживання.

- при компоновці насосної станції перевагу слід віддавати насосам із круто падаючою характеристикою, з метою забезпечення наповнення баку водонапірної башти в години невеликого водовикористання при зменшеній подачі насосної станції в нічні години.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

В розділі розглядається робота ділянки транспортування води – насосна станція другого підйому, яка відповідає за подачу питної води з резервуарів чистої води до водопровідної мережі населеного пункту.

Основним обладнанням насосної станції:

- насоси з електродвигунами типа Д та підйомно-транспортне обладнання.

Виконання робіт для обслуговуючого персоналу на робочих місцях може бути пов'язаним із наступними потенційно небезпечними факторами:

- з роботою з електрообладнання під високою напругою. При виникненні небезпечного рівня напруги у електричній мережі, замикання якого може пройти через тіло людини.

Основним обладнанням, робота якого пов'язана із використанням електроенергії є двигуни насосів. Згідно ПУЕ приміщення машинного залу за небезпечністю враження людини електричним током відносяться до приміщень з підвищеною безпекою. Електричний струм представляє значну небезпеку, так як тіло людини являється провідником електричного струму, і призводить до різних наслідків: термічних опалень, механічних вражень тканини, електролітичний розпад крові, параліч [16]. За ступенем безпеки враження людей електричним током всі приміщення поділяються на три класи. Насосна станція приналежить до приміщень з підвищеною загрозою. В яких використовуються електричне обладнання [17], і існує можливість дотикання людей до металевих конструкцій і корпусів. На станціях використовується обладнання з напругою до 1000В та силою току 200-500А. Електричне обладнання представляє потенційну загрозу для персоналу станції.

Механізм враження током супроводжується термічним, електролітичним та біологічним впливом. Головним вражаючим фактором являється сила струму:

смертельною є 100Ма- 5А перемінного и 300Ма-5А постійного. Загроза впливу тим більша, чим більшої сили струм протікає через людину. Найбільш небезпечним вважається перемінний струм виробничої частоти 20-100Гц.

- з підвищенням шумом та вібрацією при роботі насосних агрегатів,
- з травмуванням обслуговуючого персоналу при зіткненні із рухомими частинами обладнання механізмів, які обертаються – валів електродвигунів і насосів, вантажопідйомного крану;
- під час руху робітників всередині машинного залу через трубопроводи та на сходах;
- при падінні робітників з висоти, а також падаючих предметів та інструментів при обслуговуванні устаткування на висоті;
- під час роботи підйомно-транспортного обладнання, а саме: випадкового наїзду вантажу на обладнання або робітника;
- при недостатній освітленості робочої зони,
- від дії електричного струму при небезпечному рівні напруги в електричному ланцюзі, замикання в якому може відбутися через тіло людини, електророзподільні пристрої, електродвигуни;
- недостатня природня освітленість машинного залу.

4.2 Основні заходи по виключенню дії шкідливих і небезпечних факторів

Насосна станція експлуатується за загальними правилами технічної експлуатації, з урахуванням специфічних умов, які присутні на даному об'єкті.

Робітники насосної станції повинні знати та виконувати всі правила безпеки, які затверджені на даному об'єкті, що дає можливість зменшити випадки виробничого травматизму. Ремонтні та аварійні роботи на насосній станції організовуються у відповідності до правил технічної експлуатації водопроводу. Правила експлуатації насосних агрегатів, вимірювальних приладів, підйомно-

транспортного обладнання відображені в цехових інструкціях і знаходяться на дощці оголошень в приміщенні насосної станції.

Безпека роботи персоналу також залежить від вірної розстановки обладнання, наявності зручних проходів, маршрутів руху обладнання, транспорту та робітників. За правилами техніки безпеки передбачаються вільні проходи між агрегатами, засувками. Мінімальна ширина проходів між нерухомими виступаючими частинами устаткування складає: 1 м між агрегатами; 1,5 м між компресорами; 2 м – перед розподільним щитом; 0,7 м між нерухомими виступаючими частинами устаткування, зворотними клапанами та механізмами не менше 0,7 м, відстань від фундаменту до стін і між фундаментами агрегатів – не менше 1 м.

Безпека роботи крану мостового залежить від конструктивного виконання та правильної експлуатації. Вантажопідйомний кран обладнається наступними пристроями:

- вимикачем для автоматичної зупинки механізмів підйому,
- обмежувачем вантажопідйомності,
- системою звукових сигналів.

Перед пуском в експлуатацію обладнання проходить попередню. періодичну та технічну перевірку. На крані передбачається табличка, де вказані: завод виробник, вантажопідйомність та дата виготовлення. До обслуговування крану допускається тільки технічно підготовлений персонал, який здав іспити на право керування.

При експлуатації крана заборонено:

- підйом вантажу. з вагою більше дозволеної в паспортних даних
- вимикати гальма та пристрої безпеки.
- підйом вантажу, який знаходиться в нестійкому положенні.

Для безпечного перетину трубопроводів великих діаметрів передбачаються переходи з перилами. Машинний зал насосної станції

заглиблений, тому для зручності виконання ремонтних та вантажопідйомних робіт передбачається монтажний майданчик, огорожений по периметру металевими перилами висотою 1м, обладнаний підйомними механізмами і достатній для розміщення всіх деталей найкрупнішого агрегату, що є на станції., для зручності виконання ремонтних робіт він має під'їзний шлях для автомобільного транспорту.

Драбини переходів через трубопроводи, а також до окремих майданчиків біля засувок, мають кут нахилу не більше 60 градусів. Заглиблені приміщення сполучаються з наземними частинами і виходами з будівлі по відкритих драбинах шириною не менше 0,7 м з кутом нахилу не більше 45 градусів.

Всі ремонтні роботи, які пов'язані із транспортуванням важких робочих частин та деталей виконуються під наглядом механіка за затвердженою схемою робіт.

Всі насосні агрегати пронумеровані та мають металеві таблички з назвою заводу виробника, заводського номеру та основними технічними характеристиками. Також, в машинному залі наведена схема електропостачання обладнання станції та схема розташування агрегатів із усіма комунікаціями трубопроводів та встановленої арматури [18].

Для забезпечення дотримання правил безпеки для трубопроводів застосовується регламентоване фарбування для води - в зелений колір. По всій довжині трубопроводів.

Вмикання та вимикання агрегатів дозволяються тільки з дозволу диспетчера або старшого зміни. Для виключення з роботи устаткування або резерву, пов'язаного з необхідністю виконання складних перемикань або небезпечних робіт, а також із зміною режиму станції, слід складати спеціальні програми робіт, затверджені головним інженером підприємства.

Всі рухомі частини електродвигунів та насосів огорожені та зачинені кожухами, підшипники насосів захищені від потрапляння в них бруду та води.

Категорично забороняється знімати запобіжні кожухи та інші захисні пристрої під час роботи насосних агрегатів, користуватися для освітлення факелами, ремонтувати агрегати під час роботи і гальмувати вручну рухомі їх частини.

Під час чистки та ремонту двигунів та електромоторів застосовуються заходи, які попереджують їх пуск. Металеві частини електродвигунів та інші частини, які не знаходяться під напругою, але в результаті пошкодження ізоляції можуть опинитися під напругою – всі заземляються. При проведенні ремонтних робіт електродвигунів – небезпечні ділянки огорожуються і крім того, на них вивішуються плакати та попереджувальні знаки. При появі недоліків в електродвигунах роботу насосу зупиняють и викликають монтера. Забороняється торкатися до частин механізмів, які знаходяться під струмом, навіть якщо вони ізолювані. Також, не дозволяється виконання ремонту будь-якого рівня складності під час роботи насосних агрегатів. При ремонтах будь-яких агрегатів слід знеструмлювати устаткування, вжити необхідні заходи проти їх мимовільного пуску і вивісити застережливі плакати.

Перед пуском будь-яких агрегатів черговий машиніст повинен переконатися у справності всіх частин та запобіжних пристроїв. Про несправності робиться запис в оперативному журналі.

Правила техніки безпеки дозволяють допускати до роботи на насосній станції обслуговування електричного обладнання тільки робітників, які досягли 18-річного віку та мають необхідні знання з електробезпеки і відповідну технічну кваліфікаційну групу.

На ступінь електробезпеки впливає стан мікроклімату, тому на робочих місцях створюються умови, які підвищують рівень безпеки. До основних заходів профілактики відносяться нормативні засоби захисту енергетичного обладнання, які забезпечуються відповідною конструкцією електродвигунів, застосуванням технічних та організаційних рішень. Конструкції двигунів насосів відповідають умовам експлуатації та забезпечують захист персоналу від дотикання з

струмопровідними та рухомими частинами та від потрапляння в середину обладнання сторонніх предметів і води. Для їх безпечної роботи передбачена ізоляція всього обладнання, та захисне заземлення всіх не струмопровідних його частин. Захисне вимикання та індивідуальні засоби захисту.

Захисне заземлення – це спеціальне електричне з'єднання із землею або еквівалентною металевою частиною електроустановки, яка не проводить струм. Метою захисного заземлення являється попередження безпеки людей електричним струмом в металевих частинах машин, які використовують електричну енергію. Згідно правил експлуатації енергетичних приладів заземленню підлягають всі неструмопровідні частини: корпуси електричних машин, трансформаторів, каркаси розподільчих пунктів та шаф, корпуси освітлювальних приладів. Для заземлення використовуються як природні - металеві конструкції, так і штучні заземлювачі. Розрахунок захисного заземлення виконується з метою визначення основних параметрів: кількості, розмірів, і відстані між елементами пристрою, який заземлюється. Опір одиничного вертикального заземлювача для конструкції крана мостового електричного визначається за формулою:

$$R_{\sigma} = (\rho / 2\pi L) [\lg(2l / d)] + 0,5 \lg(4S + L / 4S - L) \quad (4.1)$$

На опір розповсюдження струму заземлювача впливає коливання вологості ґрунту, тому за розрахунковий питомий опір приймається його максимальне значення на протязі року:

$$\rho = \rho_{\sigma p} \times \kappa \quad (4.2)$$

де $\rho_{\sigma p}$ - питомий опір ґрунту, Ом. м. $\rho_{\sigma p} = 40$ [18],

κ - коефіцієнт, який враховує сезонне промерзання ґрунту,

$$\kappa = 1,8 \text{ [18],}$$

$$\rho = 40 \times 1,8 = 72 \text{ Ом}$$

$$S = t_0 + 0,5 \times L \quad (4.3)$$

де t_0 – заглиблення полоси в ґрунт, приймається 800мм,

d - діаметр сталевих труб, які застосовуються в якості заземлювача, приймаються труби діаметром 63мм.

L - довжина вертикального заземлювача, приймається 3м

$$S = 0,8 + 0,5 \times 3 = 2,3\text{м}$$

$$R_{\sigma} = 0,366(72/3)[\lg(2 \times 3/0,063)] + 0,5 \lg(4 \times 2,3 + 3/4 \times 2,3 - 3) = 19,9 \text{ Ом}$$

Кількість вертикальних заземлювачів визначається за формулою:

$$N = R_{\sigma} / R \quad (4.4)$$

де R - опір одиночного вертикального заземлювача, Ом, $R=4 \text{ Ом}$

$$N = 19,9/4 = 5 \text{ шт}$$

З урахуванням коефіцієнта використання вертикальних заземлювачів:

$$N = 5/0,8 = 6,2 \text{ шт}$$

Остаточно приймається 7 шт.

Для горизонтальної полоси заземлювача опір струму визначається:

$$R_{\sigma} = 0,366(\rho / L_r)[\lg(2L_r^2 / bt_0)] \quad (4.5)$$

$$\rho = 40 \times 4,5 = 180 \text{ Ом}$$

$$L_r = 1,05 \times a \times n = 1,05 \times 5 \times 7 = 36,75\text{м}$$

де a – відстань між трубами в груповому заземленні, $a=5\text{м}$

$$R_{\sigma} = 0,366(180/36,75)[\lg(236,75^2 / 0,44 \times 0,8)] = 8,8 \text{ Ом}$$

Для $n=7$, $a/L = 4,5/3 = 1,5$ приймається $\eta = 0,42$

Визначається остаточний опір запроектованого захисного пристрою, який заземляє:

$$R_0 = (R_b \times R_r) / (R_b \eta_r + n R_b \eta_b) \quad (4.6)$$

$$R_0 = (19,9 \times 8,8) / (19,9 \times 0,42 + 7 \times 8,8 \times 0,69) = 3,44 \text{ Ом}$$

Так як, $3,44 < 4$ Ом, приймається кількість вертикальних заземлювачів – 7 шт, а довжина горизонтальної смуги - 36,8м.

Особливо небезпечними є приміщення електророзподільних устаткувань (ЕРУ), тому входні двері цих приміщень повинні бути постійно закриті на замок і опломбовані. На них вивішуються забороняючі знаки. Категорично забороняється входити в приміщення ЕРУ всьому обслуговуючому персоналу, у тому числі черговим машиністам, окрім електромонтера, що має групу по електробезпеці не нижче третьої і спеціальний допуск на самостійне обслуговування ЕРУ.

Всі виходи обмоток та кабельні воронки електродвигунів огорожуються, а рубильники мають захисні кожухи. В рубильниках та автоматичних вмикачах передбачається електричне блокування, яке основане на розірванні контакту для попередження помилкових дій персоналу для перемикання в розподільчих пристроях та проникнення в небезпечні зони. Також, передбачається автоматичний захист відімкнення електричних пристроїв, як тільки виникає загроза дії електричного струму. Електрична мережа виконується кабелем з гумовою оболонкою марки КВШГ.

Робітники, які обслуговують електричні пристрої проводять огляди обладнання, здійснюють профілактичний ремонт і іспити ізоляції. З метою попередження травматизму для робітників насосної станції передбачаються засоби індивідуального захисту:

- всі робітники забезпечуються спецодягом: костюмами та халатами і спецвзуттям :черевиками та діелектричними чоботами та панчолами
- для попередження враження електричним струмом напругою до 1000 В використовуються інструменти з ізольованими ручками

- перед рубильниками встановлюються дерев'яні ґрати.

4.3 Технічні рішення по виробничій санітарії

4.3.1 Об'ємно-планові рішення будівель та споруд насосної станції

Мікроклімат виробничих приміщень нормується в залежності від теплових характеристик виробничого процесу, категорії робіт по важкості виконання та сезону року. Мікроклімат робочої зони визначається такими параметрами як: температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря. Всі ці параметри впливають на фізіологічні функції організму - його терморегуляцію та самопочуття. Температура тіла людини залишається постійною в межах 36-37⁰С незалежно від умов праці. Насосна станція – це замкнене приміщення, в якому необхідно створити умови для роботи персоналу.

За тепловою характеристикою виробничі приміщення насосної станції відносяться до приміщень з надлишками теплоти (не більше 23 Дж/(м³*с)) [18], джерелом виділення якої є працюючі насосні агрегати. Влітку спостерігається значне підвищення температури повітря, яке досягає рівня при якому неможливі комфортні умови праці, тому в приміщенні необхідна вентиляція. Основні роботи виконуються виробничим персоналом стоячі або сидячі, не потребують систематичних фізичних навантажень, а також не потребують постійного нагляду за ходом виконання виробничих операцій і відносяться до середньої категорії – 2, енерговитрати складають не більше 172 Вт.

Згідно санітарних вимог для вентиляції приміщень незалежно від присутності шкідливих домішок передбачаються вікна з вентиляційними ствірками, площею не менше 20% від загальної площі світових перерізів. Для створення сприятливих умов праці для подачі свіжого повітря в машинний зал, окрім природної вентиляції через відкриті вікна та ворота, передбачається примусова приточно-витяжна вентиляція з трьохкратним обміном за годину, яка

складається з повітроводів та вентиляторів. Передбачається герметизація всіх технологічних трубопроводів та обладнання. Для побутових приміщень та приміщення операторів насосної станції влаштовується система опалення від місцевої котельні.

4.3.2 Виробничий шум та вібрація

Основним джерелом виробничого шуму та вібрації є встановлені насоси. Шум шкідливо впливає на організм людини. Виробничий шум різної інтенсивності та частоти, тривалий час впливаючи на працюючих, може привести з часом до зниження гостроти слуху, а іноді і до розвитку професійної глухоти. Також окрім місцевої дії, шум впливає і на загальний стан організму людини: змінюється кров'яний тиск, послаблюється увага, погіршується зір, відбуваються зміни в дихальних центрах, порушується координація руху та координаційна діяльність центральної нервової системи. Інтенсивний шум являється причиною порушення роботи серцево-судинної системи та ряду інших порушень в організмі людини. В виробничих приміщеннях з високим рівнем шуму спостерігається високий відсоток випадків травматизму. Припустимий рівень шуму в робочій зоні виробничих приміщень складає 65 Дба.

Для зниження рівня шуму в приміщенні насосної станції застосовуються як місцеві заходи по забезпеченню нормальної експлуатації насосних агрегатів, до яких відносяться :

- правильний монтаж і експлуатація насосного агрегату,
- стійке кріплення трубопроводів,
- своєчасна заміна зношених обертаючих частин та підшипників, змазування поверхонь, які труться,
- застосування акустичних кожухів ПНУ с 2-6, які зменшують рівень шуму до 51-61 dB(A),

- привід машин закривається кожухом,
- для зменшення шуму, внаслідок вібрації – між деталями корпусів та кожухів, з'єднання між болтами та корпусом насосів виконується через гумові прокладки.

Так, і заходів загального значення, які пов'язані із об'ємно-планувальними рішеннями, а саме:

- виконанням акустичної штукатурки стін та стелі машинного залу,
- застосуванням бетонного полу товщиною більше 0,2 м,
- жорстким кріплення насосів до фундаментів та кріпленням трубопроводів в стінах та фундаментах приміщення, застосовуються еластичні водогазонепроникнені матеріали,
- всі опори на трубопроводах розміщуються на відстані не менше 2м від зовнішньої стіни будівлі,

Також, робота насосів супроводжується виникненням загальної вібрації (за рахунок механічних коливань обладнання та його вузлів), яка передається на все тіло людини. Систематична дія загальної може викликати суттєві порушення функцій організму неврит, стійке порушення фізіологічних функцій організму, в першу чергу центральної нервової системи, а при великій інтенсивності при визначеному діапазоні частот розрив тканин, порушення серцевої діяльності та нервової системи, Загальна вібрація не повинна перевищувати 92Дба

Робота насосних станцій пов'язана із створенням значної вібрації, яка викликається 3-ма фізичними джерелами, а саме: електродвигунами, редукторами та насосами із арматурою.

Заходи боротьби із шумом та вібрацією, які виникають при роботі насосних агрегатів, суттєво не відрізняються і спрямовані на віброгасіння, віброізоляцію та збільшення жорсткості системи. Для чого, всі насосні агрегати встановлюються на фундаменти із вагою, яка гасить вібрацію - в цьому випадку

застосовуються фундаменти із вагою в 5 раз більше ваги агрегатів, та віброзахисних гумових ковриків, розташованих під корпусом насосу.

Зменшення вібрації також досягається:

- кріпленням трубопроводів до елементів будівельних конструкцій із застосуванням віброізоляційних прокладок,
- з'єднанням всмоктуючих та напірних патрубків з насосами за допомогою гнучких матеріалів та м'яких прокладок для трубопроводів і комунікацій в місцях проходів через огорожуючі конструкції і в місцях з'єднання,
- застосуванням для несучих конструкцій гумових віброізоляторів.

За посадовою інструкцією оператор насосної станції повинен знаходитися на робочому місці на протязі всієї зміни. Для захисту оператора від шуму його робоче місце розташовується в звукоізольованому приміщенні, яке знаходиться за двохшаровою стіною, всередині якої прокладена мінеральна вата. Для спостереження в кімнаті оператора влаштоване вікно до машинного залу. Також, робота оператора значно полегшується за рахунок впровадження дистанційного керування засувками насосних агрегатів та автоматизованого контролю за технологічними параметрами насосів: тиску, температури підшипників, станом ліній керування та сигналізації.

При необхідності проведення робіт безпосередньо в приміщенні при працюючих агрегатах передбачається забезпечення робочих індивідуальними засобами захисту – навушниками ПШ-00 та віброзахисним взуттям.

4.3.3 Освітлення виробничих приміщень

Освітлення у виробничих приміщеннях повинно бути таким, щоб була можливість виконання робіт без напруги зору. Незадовільне освітлення викликає втому організму в цілому, а також може бути причиною травматизму в

погано освітлених зонах. В приміщенні станції передбачається застосування сумісного освітлення, при якому використовується одночасно природне та штучне освітлення.

Вдень, у світлу частину доби, природне освітлення виробничих приміщень створюється через віконні скляні перерізи, висота віконних перерізів приймається 2,4 м при ширині 4,8 м. Природне освітлення приміщень характеризується коефіцієнтом природного освітлення (КПО), значення якого повинно бути не менше 0,3%. Робота в приміщенні відноситься до 5 розряду робіт малої точності (найменший розмір об'єкта розрізняється 1-5 мм), розряд зорової роботи-5. Штучне освітлення здійснюється за допомогою ламп НБ-220,60, разом із світильниками розсіяного освітлення типа "люцетта", які подають 40-60% світлового потоку вниз. Освітлення поверхонь об'єктів здійснюється штучним світлом 150 лк.

Мінімальні норми освітлення для обслуговуючих приміщень згідно [18]:

- для гардеробних і умивальників- 75 лк;
- для душових - 50 лк;
- на панелях приборів - 300 лк;
- освітлення полу по лінії головних проходів і на сходах - не менше 0,3% лк.

Рівень аварійного освітлення приймається не менше 10% нормального освітлення. Мережа аварійного освітлення приєднується до незалежного джерела живлення.

Насосна станція працює в цілодобовому режимі, тому передбачається штучне освітлення, яке забезпечує освітлення в темний час доби не менше 150 лк. В разі необхідності застосовується місцеве освітлення для темного часу доби. для чого застосовуються акумуляторні світильники з напругою не більше 12 В, які можуть вмикатися і вимикатися із зовні приміщення. на відстані до 20 м.

Також передбачається евакуаційне освітлення за шляхом руху людей під час евакуації. Рівень освітлення приймається не менше 5% від нормального освітлення, для чого використовуються світильники аварійного освітлення. По периметру будівлі насосної станції встановлюються охоронне освітлення.

4.3.4 Заходи пожежної безпеки

Згідно класифікації виробництва за протипожежною та вибухопожежною безпекою приміщення відноситься до категорії Д. Ступінь вогнестійкості будівель -111, межа вогнестійкості конструкції основних споруд - 3 години. Зовнішні стіни із панелі, стіни проходів, протипожежні стіни виконуються із негорючого матеріалу. Плити та настили виконуються із важко займаними матеріалів, все обладнання покривається важкогорючими фарбами та лаками.

Пожежа може виникнути в приміщенні тільки при порушенні експлуатації електричної мережі, яка живить обладнання, або при порушенні техніки безпеки.

Для всіх окремих будівель та груп будівель передбачаються протипожежні розриви, які нормуються в залежності від вогнестійкості будівель та категорії пожежної безпеки в залежності від розташованого в ньому обладнання.

Для забезпечення профілактичних заходів передбачаються: обладнання будівлі двома виходами, обладнання будівлі пожежними сходами шириною 0,8м, обладнання приміщень засобами повідомлення (телефонний зв'язок, пожежна сигналізація).

- електрообладнання виконано в вибухонебезпечному виконанні;
- всі дерев'яні конструкції будівель оброблені антипирином;
- у відповідності із вимогами для попередження будівель та споруд від блискавки передбачається блискавковідводи із перетином 120мм² - С-35 (8,0-Г-1-С-Н-160);

- передбачається можливість безпечної евакуації людей із будівель через евакуаційні виходи (два виходи, розташовані розсереджено), двері на шляху евакуації відкриваються за напрямком виходу;
- у виробничих приміщеннях встановлені пожежні крани з брезентовими рукавами та відводами, також передбачається засоби ручного протипожежного інвентарю: лопати, ломи, багри;
- приміщення станції обладнані телефонним зв'язком та пожежною сигналізацією;
- всі мастильні матеріали зберігаються в спеціальних металевих контейнерах, в кількості не більше добової витрати;
- використане ганчір'я для уходу за насосами також зберігається в металевих контейнерах і вивозиться за межі станції по закінченню робочої зміни;
- насосна станція постійно підтримується в чистоті та порядку: регулярно виконується вологе прибирання полів та лотків, залишки нафтопродуктів на полах – негайно видаляються.

Для гасіння пожеж на станції передбачаються засоби пожежогасіння, використовуються порошкові суміші, які є найбільш ефективними засобами при гасінні пожеж в приміщеннях де використовується електрообладнання під напругою, так як ці сполуки не викликають металевої корозії і мають універсальні властивості щодо застосування. Для гасіння пожежі, яка виникла внаслідок порушення правил техніки безпеки, в результаті чого зайнялися спецодяг застосовуються вогнегасники типу ОВП.

Невеликі площі горіння ліквідуються за допомогою піску, запас якого зберігається в приміщенні машинного залу.

Висновки за розділом 4.

В ході роботи розроблені заходи по зменшенню негативного впливу вказаних небезпечних факторів.

Для попередження ураження персоналу електричним струмом при експлуатації електрообладнання використовуються струмозахисні заходи – технічні та організаційні.

Заходи боротьби з шумом застосовується акустична штукатурка, приводи машин закриваються кожухом, а також використовуються індивідуальні засоби захисту.

Якщо для освітлення приміщення недостатньо природного, тоді влаштовується також і штучне освітлення.

Для попередження пожеж, приміщення будують з вогнебезпечних речовин та матеріали, а також розрахована кількість необхідних засобів гасіння пожежі.

Висновки та рекомендації

Водопровідна мережа з контррезервуаром, гідравлічні режими роботи якої досліджувалися в роботі має ряд особливостей:

1. рекомендується розглядати варіантні рішення; розглядати систему комплексно, у взаємодії з усіма складовими елементами– ємностями, мережами, водоводами та насосними станціями, враховуючи взаємне розташування, технічні і економічні параметри.

2. при проектуванні мережі із контррезервуаром необхідно обов'язково враховувати вплив зони живлення башти при визначенні діаметрів ділянок, з метою зменшення втрат напору, таким чином зменшуючи різницю між потрібними напорами для години транзиту та максимального водоспоживання. При компоновці насосної станції перевагу слід віддавати насосам із круто падаючою характеристикою, з метою забезпечення наповнення баку водонапірної башти в години невеликого водовикористання при зменшеній подачі насосної станції в нічні години.

- створення підвищених тисків в мережі, що призводить до витоків із зовнішньої мережі, підвищення аварійності на ділянках мережі, необхідності впровадження заходів по зниженню тисків у внутрішньобудинкових водопровідних системах;

- основними розрахунковими режимами є два режими роботи мережі: максимальний транзит води до водонапірної башти та режим максимального водорозбору. Режим транзиту вимагає підвищених напорів в мережі у порівнянні з режимом максимального водоспоживання.

Список використаної літератури

1. Ткачук О.А., Шадура В.О. Водопровідні мережі: навч. посіб. / Рівне: НУВГП, 2010. 146 с.
2. Водоснабжение. Технично-економические расчеты / ред. Г.М. Басса. Київ: Вища школа, 1977, 152 с.
3. Н.Н. Абрамов, М.М. Поспелова. Расчет водопроводных сетей. Москва: Стройиздат, 1976. 304 с.
4. Абрамов Н.Н. Теория и методика расчета систем подачи и распределения воды. Москва: Стройиздат, 1972. 288 с.
5. Шушкевич Е.В. Эффективное управление системой подачи и распределения воды Московского мегаполиса. *Водоснабжение и санитарная техника*. 2011. № 1, С. 60-64
6. ДБН В.2.5 – 74:2013. Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування [Чинний від 01.01.2014]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. 115 с.
7. Душкин С. С. Водопроводные системы и сооружения: консп. лекц. / Харьков: ХНУХГ им. А. Н. Бекетова, 2017. 115 с.
8. Тугай А.М., Пікуль Ю.М. Водопостачання населених пунктів в умовах значного зниження водоспоживання. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. наук.-техн. збір-к. Випуск 25. Київ: КНУБА, 2013. С. 324.
9. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". [Чинний від 12.05.2010]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 35с: (Інформація та документація).

10. Тугай А.М., Терновцев В.Е. Водоснабжение. Курсовое проектирование. Киев: Вища шк., 1980. 270 с.
11. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. Москва: Стройиздат, 1986. 351 с.
12. ДБН В.2.5 – 64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. [Чинний від 01.03.2013]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 113 с.
11. Перешивкин А. К. Монтаж систем внешнего водоснабжения, канализации: справочник. Москва: Стройиздат, 1988. 653 с.
12. Насосы: каталог-справочник./ за ред. В. В. Балыгина. Новосибирск: НГАСУ, 1999. 97 с.
13. Б.В. Карасев. Насосы и насосные станции. Минск: Выш. школа, 1979. 288 с.
15. В.К. Тарасов. Безпека технологічних процесів та обладнання: навч. посіб. /Запор. держ. інж. акад-я. Запоріжжя: ЗДІА, 2005. 117 с.
16. Г.Б. Кожемякін. Охорона праці та техногенна безпека: метод. вказів. / Запор. держ. інж. акад-я. Запоріжжя: ЗДІА, 2011. 25 с.
17. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів: навч. посіб./ за заг. ред.: В.В. Сафонова, Київ: Основа, 2000. 336 с.
18. Купчик М.П., Гандзюк М.П. Основи охорони праці. Київ: Основа, 2000. 416 с.

Варіант 1 Режим максимального водоспоживання

e= .01000 nk= 13 ny= 41

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	660.00	124.14	350.00	с	2	420.00	284.56	600.00	с	3	870.00	156.65	500.00	с
4	810.00	131.09	500.00	с	5	800.00	75.84	350.00	с	6	790.00	286.96	600.00	с
7	770.00	91.62	350.00	с	8	290.00	30.00	200.00	с	9	330.00	10.00	150.00	с
10	160.00	141.38	500.00	с	11	190.00	99.30	350.00	с	12	510.00	10.00	150.00	с
13	440.00	44.30	350.00	с	14	430.00	80.51	350.00	с	15	410.00	108.90	350.00	с
16	390.00	131.19	350.00	с	17	500.00	10.00	150.00	с	18	400.00	20.00	150.00	с
19	210.00	111.25	350.00	с	20	440.00	10.00	150.00	с	21	420.00	18.21	250.00	с
22	550.00	37.99	350.00	с	23	840.00	75.47	350.00	с	24	1090.00	120.77	500.00	с
25	450.00	40.00	250.00	с	26	470.00	30.00	200.00	с	27	500.00	46.63	250.00	с
28	330.00	20.00	200.00	с	29	410.00	33.58	350.00	с	30	900.00	17.02	350.00	с
31	1250.00	18.70	300.00	с	32	1360.00	41.84	350.00	с	33	1380.00	80.00	350.00	с
34	210.00	145.73	400.00	с	35	490.00	142.26	400.00	с	36	220.00	10.00	300.00	с
37	240.00	15.81	200.00	с	38	250.00	10.00	250.00	с	39	1020.00	10.00	250.00	с
40	370.00	31.45	150.00	с	41	340.00	12.93	200.00	с	42	.00	.00	.00	

Результати ув'язки

: нумер :	код :	діаметр:	довжина :	витрата :	швидкість :	втрати :
: ділянки :	ділянки:	ділянки	ділянки :	ділянки	: руху води :	напору :
: 1 :	0- 1 :	350.00 :	660.00 :	88.91 :	.92 :	2.46 :
: 2 :	2- 0 :	600.00 :	420.00 :	295.74 :	1.05 :	.98 :
: 3 :	3- 0 :	500.00 :	870.00 :	173.16 :	.88 :	1.87 :
: 4 :	3- 0 :	500.00 :	810.00 :	147.60 :	.75 :	1.30 :
: 5 :	2- 3 :	350.00 :	800.00 :	70.51 :	.73 :	1.94 :
: 6 :	1- 2 :	600.00 :	790.00 :	311.01 :	1.10 :	2.02 :
: 7 :	0- 1 :	350.00 :	770.00 :	56.39 :	.59 :	1.24 :
: 8 :	6- 3 :	200.00 :	290.00 :	20.95 :	.67 :	1.22 :
: 9 :	6- 2 :	150.00 :	330.00 :	6.28 :	.36 :	.65 :
: 10 :	5- 2 :	500.00 :	160.00 :	147.39 :	.75 :	.26 :
: 11 :	1- 5 :	350.00 :	190.00 :	117.33 :	1.22 :	1.18 :
: 12 :	4- 1 :	150.00 :	510.00 :	-4.20 :	.24 :	.49 :
: 13 :	0- 4 :	350.00 :	440.00 :	23.27 :	.24 :	.15 :
: 14 :	4- 5 :	350.00 :	430.00 :	84.34 :	.88 :	1.45 :
: 15 :	5- 6 :	350.00 :	410.00 :	118.64 :	1.23 :	2.61 :
: 16 :	6- 0 :	350.00 :	390.00 :	138.65 :	1.44 :	3.39 :
: 17 :	7- 4 :	150.00 :	500.00 :	5.69 :	.32 :	.82 :
: 18 :	8- 5 :	150.00 :	400.00 :	3.17 :	.18 :	.24 :
: 19 :	8- 6 :	350.00 :	210.00 :	104.16 :	1.08 :	1.05 :
: 20 :	9- 6 :	150.00 :	440.00 :	8.88 :	.50 :	1.61 :
: 21 :	0- 7 :	250.00 :	420.00 :	1.49 :	.03 :	.01 :
: 22 :	7- 8 :	350.00 :	550.00 :	54.34 :	.56 :	.83 :
: 23 :	8- 9 :	350.00 :	840.00 :	69.50 :	.72 :	1.98 :
: 24 :	9- 0 :	500.00 :	1090.00 :	127.11 :	.65 :	1.32 :
: 25 :	10- 7 :	250.00 :	450.00 :	35.56 :	.72 :	1.65 :
: 26 :	11- 8 :	200.00 :	470.00 :	23.47 :	.75 :	2.45 :
: 27 :	12- 9 :	250.00 :	500.00 :	31.95 :	.65 :	1.51 :
: 28 :	9-13 :	200.00 :	330.00 :	12.54 :	.40 :	.55 :
: 29 :	10- 0 :	350.00 :	410.00 :	45.85 :	.48 :	.45 :
: 30 :	10-11 :	350.00 :	900.00 :	35.46 :	.37 :	.63 :
: 31 :	11-12 :	300.00 :	1250.00 :	20.88 :	.30 :	.72 :
: 32 :	12-13 :	350.00 :	1360.00 :	19.70 :	.20 :	.33 :
: 33 :	13- 0 :	350.00 :	1380.00 :	93.80 :	.97 :	5.67 :
: 34 :	0-10 :	400.00 :	210.00 :	133.46 :	1.06 :	.85 :
: 35 :	0-10 :	400.00 :	490.00 :	129.99 :	1.03 :	1.89 :
: 36 :	0-10 :	300.00 :	220.00 :	-2.27 :	.03 :	.00 :
: 37 :	0-11 :	200.00 :	240.00 :	21.97 :	.70 :	1.11 :
: 38 :	0-11 :	250.00 :	250.00 :	16.16 :	.33 :	.22 :
: 39 :	0-12 :	250.00 :	1020.00 :	18.34 :	.37 :	1.13 :
: 40 :	0-13 :	150.00 :	370.00 :	17.65 :	1.00 :	4.79 :

: 41 : 0-11 : 200.00 : 340.00 : 19.09 : .61 : 1.21 :

Варіант 1 Пожежа в годину максимального водоспоживання
вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	660.00	191.81	350.00	с	2	420.00	338.77	600.00	с	3	870.00	200.86	500.00	с
4	810.00	176.30	500.00	с	5	800.00	85.48	350.00	с	6	790.00	450.50	600.00	с
7	770.00	152.29	350.00	с	8	290.00	40.00	200.00	с	9	330.00	8.00	150.00	с
10	160.00	207.85	500.00	с	11	190.00	196.37	350.00	с	12	510.00	20.00	150.00	с
13	440.00	101.97	350.00	с	14	430.00	187.58	350.00	с	15	410.00	175.38	350.00	с
16	390.00	185.41	350.00	с	17	500.00	20.00	150.00	с	18	400.00	40.00	150.00	с
19	210.00	197.73	350.00	с	20	440.00	10.00	150.00	с	21	420.00	65.88	250.00	с
22	550.00	135.06	350.00	с	23	840.00	161.95	350.00	с	24	1090.00	175.00	500.00	с
25	450.00	60.00	250.00	с	26	470.00	10.00	200.00	с	27	500.00	85.18	250.00	с
28	330.00	30.00	200.00	с	29	410.00	114.09	350.00	с	30	900.00	34.09	350.00	с
31	1250.00	46.63	300.00	с	32	1360.00	90.39	350.00	с	33	1380.00	79.23	350.00	с
34	210.00	111.01	400.00	с	35	490.00	107.54	400.00	с	36	220.00	10.00	300.00	с
37	240.00	12.88	200.00	с	38	250.00	37.93	250.00	с	39	1020.00	10.00	250.00	с
40	370.00	60.00	150.00	с	41	340.00	10.00	200.00	с	42	.00	.00	.00	

Результати ув'язки

: номер :	код :	діаметр:	довжина :	витрата :	швидкість :	втрати :
: ділянки :	ділянки :	ділянки :	ділянки :	ділянки :	руху води :	напору :
: 1 :	0- 1 :	350.00 :	660.00 :	148.66 :	1.55 :	6.60 :
: 2 :	2- 0 :	600.00 :	420.00 :	379.96 :	1.34 :	1.58 :
: 3 :	3- 0 :	500.00 :	870.00 :	238.24 :	1.21 :	3.38 :
: 4 :	3- 0 :	500.00 :	810.00 :	213.68 :	1.09 :	2.57 :
: 5 :	2- 3 :	350.00 :	800.00 :	89.29 :	.93 :	3.00 :
: 6 :	1- 2 :	600.00 :	790.00 :	452.46 :	1.60 :	4.21 :
: 7 :	0- 1 :	350.00 :	770.00 :	109.14 :	1.13 :	4.20 :
: 8 :	6- 3 :	200.00 :	290.00 :	33.69 :	1.07 :	2.95 :
: 9 :	6- 2 :	150.00 :	330.00 :	-2.12 :	.12 :	.10 :
: 10 :	5- 2 :	500.00 :	160.00 :	205.05 :	1.04 :	.47 :
: 11 :	1- 5 :	350.00 :	190.00 :	201.13 :	2.09 :	3.48 :
: 12 :	4- 1 :	150.00 :	510.00 :	-11.74 :	.66 :	3.11 :
: 13 :	0- 4 :	350.00 :	440.00 :	90.55 :	.94 :	1.69 :
: 14 :	4- 5 :	350.00 :	430.00 :	160.60 :	1.67 :	5.02 :
: 15 :	5- 6 :	350.00 :	410.00 :	182.70 :	1.90 :	6.19 :
: 16 :	6- 0 :	350.00 :	390.00 :	216.49 :	2.25 :	8.27 :
: 17 :	7- 4 :	150.00 :	500.00 :	2.71 :	.15 :	.22 :
: 18 :	8- 5 :	150.00 :	400.00 :	-10.03 :	.57 :	1.83 :
: 19 :	8- 6 :	350.00 :	210.00 :	155.02 :	1.61 :	2.28 :
: 20 :	9- 6 :	150.00 :	440.00 :	11.68 :	.66 :	2.66 :
: 21 :	0- 7 :	250.00 :	420.00 :	71.75 :	1.46 :	5.82 :
: 22 :	7- 8 :	350.00 :	550.00 :	140.82 :	1.46 :	4.94 :
: 23 :	8- 9 :	350.00 :	840.00 :	117.56 :	1.22 :	5.26 :
: 24 :	9- 0 :	500.00 :	1090.00 :	207.75 :	1.06 :	3.28 :
: 25 :	7-10 :	250.00 :	450.00 :	21.44 :	.44 :	.66 :
: 26 :	11- 8 :	200.00 :	470.00 :	12.53 :	.40 :	.78 :
: 27 :	12- 9 :	250.00 :	500.00 :	40.44 :	.82 :	2.33 :
: 28 :	9-13 :	200.00 :	330.00 :	22.89 :	.73 :	1.64 :
: 29 :	0-10 :	350.00 :	410.00 :	81.40 :	.85 :	1.30 :
: 30 :	10-11 :	350.00 :	900.00 :	75.89 :	.79 :	2.50 :
: 31 :	11-12 :	300.00 :	1250.00 :	49.51 :	.70 :	3.41 :
: 32 :	12-13 :	350.00 :	1360.00 :	38.53 :	.40 :	1.10 :
: 33 :	13- 0 :	350.00 :	1380.00 :	119.10 :	1.24 :	8.86 :
: 34 :	0-10 :	400.00 :	210.00 :	78.32 :	.62 :	.32 :
: 35 :	0-10 :	400.00 :	490.00 :	74.85 :	.60 :	.68 :
: 36 :	10- 0 :	300.00 :	220.00 :	42.69 :	.60 :	.46 :
: 37 :	0-11 :	200.00 :	240.00 :	21.99 :	.70 :	1.11 :
: 38 :	11- 0 :	250.00 :	250.00 :	28.82 :	.59 :	.63 :
: 39 :	12- 0 :	250.00 :	1020.00 :	-1.99 :	.04 :	.02 :

: 40 : 0-13 : 150.00 : 370.00 : 20.13 : 1.14 : 6.12 :
 : 41 : 0-11 : 200.00 : 340.00 : 19.11 : .61 : 1.21 :

Варіант 1 Режим максимального транзиту

e= .01000 nk= 13 ny= 41

Вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	660.00	185.16	350.00	с	2	420.00	204.15	600.00	с	3	870.00	132.22	500.00	с
4	810.00	122.84	500.00	с	5	800.00	52.03	350.00	с	6	790.00	344.54	600.00	с
7	770.00	172.73	350.00	с	8	290.00	10.00	200.00	с	9	330.00	20.00	150.00	с
10	160.00	161.73	500.00	с	11	190.00	164.76	350.00	с	12	510.00	10.00	150.00	с
13	440.00	147.42	350.00	с	14	430.00	162.06	350.00	с	15	410.00	171.71	350.00	с
16	390.00	120.29	350.00	с	17	500.00	10.00	150.00	с	18	400.00	20.00	150.00	с
19	210.00	142.72	350.00	с	20	440.00	10.00	150.00	с	21	420.00	129.23	250.00	с
22	550.00	175.30	350.00	с	23	840.00	119.59	350.00	с	24	1090.00	119.89	500.00	с
25	450.00	40.00	250.00	с	26	470.00	30.00	200.00	с	27	500.00	19.50	250.00	с
28	330.00	30.00	200.00	с	29	410.00	162.49	350.00	с	30	900.00	147.47	350.00	с
31	1250.00	46.69	300.00	с	32	1360.00	33.89	350.00	с	33	1380.00	77.85	350.00	с
34	210.00	70.00	400.00	с	35	490.00	72.37	400.00	с	36	220.00	179.77	300.00	с
37	240.00	40.00	200.00	с	38	250.00	43.95	250.00	с	39	1020.00	10.00	250.00	с
40	370.00	10.00	150.00	с	41	340.00	41.96	200.00	с	42	.00	.00	.00	

Результати ув'язки

: номер : : ділянки :	код : : ділянки :	діаметр : : ділянки :	довжина : : ділянки :	витрата : : ділянки :	швидкість : : руху води :	втрати : : напору :
: 1 :	0- 1 :	350.00 :	660.00 :	131.60 :	1.37 :	5.17 :
: 2 :	2- 0 :	600.00 :	420.00 :	253.79 :	.90 :	.74 :
: 3 :	3- 0 :	500.00 :	870.00 :	159.09 :	.81 :	1.60 :
: 4 :	3- 0 :	500.00 :	810.00 :	149.71 :	.76 :	1.33 :
: 5 :	2- 3 :	350.00 :	800.00 :	74.80 :	.78 :	2.16 :
: 6 :	1- 2 :	600.00 :	790.00 :	348.46 :	1.23 :	2.49 :
: 7 :	0- 1 :	350.00 :	770.00 :	119.17 :	1.24 :	4.95 :
: 8 :	6- 3 :	200.00 :	290.00 :	16.17 :	.51 :	.76 :
: 9 :	6- 2 :	150.00 :	330.00 :	3.41 :	.19 :	.22 :
: 10 :	5- 2 :	500.00 :	160.00 :	124.09 :	.63 :	.19 :
: 11 :	1- 5 :	350.00 :	190.00 :	206.33 :	2.14 :	3.66 :
: 12 :	4- 1 :	150.00 :	510.00 :	-13.40 :	.76 :	3.96 :
: 13 :	0- 4 :	350.00 :	440.00 :	117.25 :	1.22 :	2.74 :
: 14 :	4- 5 :	350.00 :	430.00 :	180.23 :	1.87 :	6.32 :
: 15 :	5- 6 :	350.00 :	410.00 :	150.66 :	1.57 :	4.21 :
: 16 :	6- 0 :	350.00 :	390.00 :	153.34 :	1.59 :	4.15 :
: 17 :	7- 4 :	150.00 :	500.00 :	-3.63 :	.21 :	.37 :
: 18 :	5- 8 :	150.00 :	400.00 :	18.37 :	1.04 :	5.58 :
: 19 :	8- 6 :	350.00 :	210.00 :	123.30 :	1.28 :	1.44 :
: 20 :	9- 6 :	150.00 :	440.00 :	-4.70 :	.27 :	.52 :
: 21 :	0- 7 :	250.00 :	420.00 :	112.69 :	2.30 :	14.36 :
: 22 :	7- 8 :	350.00 :	550.00 :	178.22 :	1.85 :	7.91 :
: 23 :	8- 9 :	350.00 :	840.00 :	114.87 :	1.19 :	5.04 :
: 24 :	9- 0 :	500.00 :	1090.00 :	138.23 :	.70 :	1.55 :
: 25 :	7-10 :	250.00 :	450.00 :	75.05 :	1.53 :	6.83 :
: 26 :	8-11 :	200.00 :	470.00 :	41.14 :	1.31 :	6.99 :
: 27 :	12- 9 :	250.00 :	500.00 :	10.52 :	.21 :	.21 :
: 28 :	9-13 :	200.00 :	330.00 :	38.13 :	1.21 :	4.22 :
: 29 :	0-10 :	350.00 :	410.00 :	181.00 :	1.88 :	6.08 :
: 30 :	10-11 :	350.00 :	900.00 :	126.48 :	1.31 :	6.52 :
: 31 :	11-12 :	300.00 :	1250.00 :	39.81 :	.56 :	2.29 :
: 32 :	12-13 :	350.00 :	1360.00 :	33.04 :	.34 :	.84 :
: 33 :	13- 0 :	350.00 :	1380.00 :	88.07 :	.92 :	5.05 :
: 34 :	10- 0 :	400.00 :	210.00 :	51.49 :	.41 :	.15 :
: 35 :	10- 0 :	400.00 :	490.00 :	53.86 :	.43 :	.38 :
: 36 :	10- 0 :	300.00 :	220.00 :	161.26 :	2.28 :	5.86 :
: 37 :	11- 0 :	200.00 :	240.00 :	42.48 :	1.35 :	3.81 :
: 38 :	11- 0 :	250.00 :	250.00 :	46.43 :	.95 :	1.51 :


```

: 39 : 12- 0 : 250.00 : 1020.00 : 19.37 : .39 : 1.25 :
: 40 : 0-13 : 150.00 : 370.00 : -.22 : .01 : .00 :
: 41 : 11- 0 : 200.00 : 340.00 : 44.44 : 1.41 : 5.90 :

```

Додаток 2

Варіант 2 Режим максимального водоспоживання

e= .01000 nk= 13 ny= 41

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	660.00	124.14	400.00	с	2	420.00	284.56	500.00	с	3	870.00	156.65	350.00	с
4	810.00	131.09	350.00	с	5	800.00	75.84	250.00	с	6	790.00	286.96	600.00	с
7	770.00	91.62	400.00	с	8	290.00	30.00	150.00	с	9	330.00	10.00	150.00	с
10	160.00	141.38	400.00	с	11	190.00	99.30	400.00	с	12	510.00	10.00	150.00	с
13	440.00	44.30	400.00	с	14	430.00	80.51	400.00	с	15	410.00	108.90	400.00	с
16	390.00	131.19	350.00	с	17	500.00	10.00	150.00	с	18	400.00	20.00	150.00	с
19	210.00	111.25	400.00	с	20	440.00	10.00	200.00	с	21	420.00	18.21	350.00	с
22	550.00	37.99	400.00	с	23	840.00	75.47	350.00	с	24	1090.00	120.77	350.00	с
25	450.00	40.00	200.00	с	26	470.00	30.00	200.00	с	27	500.00	46.63	250.00	с
28	330.00	20.00	150.00	с	29	410.00	33.58	400.00	с	30	900.00	17.02	400.00	с
31	1250.00	18.70	250.00	с	32	1360.00	41.84	200.00	с	33	1380.00	80.00	350.00	с
34	210.00	145.73	250.00	с	35	490.00	142.26	250.00	с	36	220.00	10.00	400.00	с
37	240.00	15.81	200.00	с	38	250.00	10.00	200.00	с	39	1020.00	10.00	250.00	с
40	370.00	31.45	200.00	с	41	340.00	12.93	200.00	с	42	.00	.00	.00	

Результати ув'язки

```

-----
: номер : код : діаметр: довжина : витрата : швидкість : втрати :
: ділянки : ділянки: ділянки ділянки : ділянки : руху води : напору :
-----
: 1 : 0- 1 : 400.00 : 660.00 : 66.76 : .53 : .75 :
: 2 : 2- 0 : 500.00 : 420.00 : 229.20 : 1.17 : 1.52 :
: 3 : 3- 0 : 350.00 : 870.00 : 122.06 : 1.27 : 5.87 :
: 4 : 3- 0 : 350.00 : 810.00 : 96.50 : 1.00 : 3.51 :
: 5 : 2- 3 : 250.00 : 800.00 : 55.07 : 1.12 : 6.62 :
: 6 : 1- 2 : 600.00 : 790.00 : 399.70 : 1.41 : 3.28 :
: 7 : 0- 1 : 400.00 : 770.00 : 34.24 : .27 : .26 :
: 8 : 6- 3 : 150.00 : 290.00 : 14.96 : .85 : 2.76 :
: 9 : 6- 2 : 150.00 : 330.00 : 15.73 : .89 : 3.45 :
: 10 : 5- 2 : 400.00 : 160.00 : 198.71 : 1.58 : 1.41 :
: 11 : 1- 5 : 400.00 : 190.00 : 154.71 : 1.23 : 1.01 :
: 12 : 4- 1 : 150.00 : 510.00 : 12.11 : .69 : 3.29 :
: 13 : 0- 4 : 400.00 : 440.00 : -15.19 : .12 : .04 :
: 14 : 4- 5 : 400.00 : 430.00 : 138.03 : 1.10 : 1.86 :
: 15 : 5- 6 : 400.00 : 410.00 : 160.50 : 1.28 : 2.36 :
: 16 : 6- 0 : 350.00 : 390.00 : 81.56 : .85 : 1.24 :
: 17 : 7- 4 : 150.00 : 500.00 : 15.68 : .89 : 5.19 :
: 18 : 8- 5 : 150.00 : 400.00 : 6.75 : .38 : .90 :
: 19 : 8- 6 : 400.00 : 210.00 : 149.60 : 1.19 : 1.05 :
: 20 : 9- 6 : 200.00 : 440.00 : 31.91 : 1.02 : 4.04 :
: 21 : 0- 7 : 350.00 : 420.00 : -46.95 : .49 : .49 :
: 22 : 7- 8 : 400.00 : 550.00 : 114.43 : .91 : 1.67 :
: 23 : 8- 9 : 350.00 : 840.00 : 91.91 : .96 : 3.33 :
: 24 : 9- 0 : 350.00 : 1090.00 : 93.05 : .97 : 4.42 :
: 25 : 10- 7 : 200.00 : 450.00 : 43.14 : 1.37 : 7.36 :
: 26 : 11- 8 : 200.00 : 470.00 : 28.95 : .92 : 3.60 :
: 27 : 12- 9 : 250.00 : 500.00 : 50.57 : 1.03 : 3.53 :
: 28 : 9-13 : 150.00 : 330.00 : -10.37 : .59 : 1.60 :
: 29 : 10- 0 : 400.00 : 410.00 : 101.88 : .81 : 1.01 :
: 30 : 10-11 : 400.00 : 900.00 : 97.65 : .78 : 2.04 :
: 31 : 11-12 : 250.00 : 1250.00 : 30.15 : .61 : 3.40 :
: 32 : 12-13 : 200.00 : 1360.00 : 15.41 : .49 : 3.28 :
: 33 : 13- 0 : 350.00 : 1380.00 : 82.65 : .86 : 4.49 :
: 34 : 0-10 : 250.00 : 210.00 : 77.43 : 1.58 : 3.39 :
: 35 : 0-10 : 250.00 : 490.00 : 73.96 : 1.51 : 7.22 :
: 36 : 0-10 : 400.00 : 220.00 : -58.30 : .46 : .20 :
: 37 : 0-11 : 200.00 : 240.00 : 28.14 : .90 : 1.75 :

```

:	38	:	0-11	:	200.00	:	250.00	:	22.33	:	.71	:	1.19	:
:	39	:	0-12	:	250.00	:	1020.00	:	33.78	:	.69	:	3.41	:
:	40	:	0-13	:	200.00	:	370.00	:	28.80	:	.92	:	2.81	:
:	41	:	0-11	:	200.00	:	340.00	:	25.26	:	.80	:	2.03	:

Варіант 2 пожежа в годину максимального водоспоживання

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	660.00	191.81	400.00	с	2	420.00	338.77	500.00	с	3	870.00	200.86	350.00	с
4	810.00	176.30	350.00	с	5	800.00	85.48	250.00	с	6	790.00	450.50	600.00	с
7	770.00	152.29	400.00	с	8	290.00	40.00	150.00	с	9	330.00	8.00	150.00	с
10	160.00	207.85	400.00	с	11	190.00	196.37	400.00	с	12	510.00	20.00	150.00	с
13	440.00	101.97	400.00	с	14	430.00	187.58	400.00	с	15	410.00	175.38	400.00	с
16	390.00	185.41	350.00	с	17	500.00	20.00	150.00	с	18	400.00	40.00	150.00	с
19	210.00	197.73	400.00	с	20	440.00	10.00	200.00	с	21	420.00	65.88	350.00	с
22	550.00	135.06	400.00	с	23	840.00	161.95	350.00	с	24	1090.00	175.00	350.00	с
25	450.00	60.00	200.00	с	26	470.00	10.00	200.00	с	27	500.00	85.18	250.00	с
28	330.00	30.00	150.00	с	29	410.00	114.09	400.00	с	30	900.00	34.09	400.00	с
31	1250.00	46.63	250.00	с	32	1360.00	90.39	200.00	с	33	1380.00	79.23	350.00	с
34	210.00	111.01	250.00	с	35	490.00	107.54	250.00	с	36	220.00	10.00	400.00	с
37	240.00	12.88	200.00	с	38	250.00	37.93	200.00	с	39	1020.00	10.00	250.00	с
40	370.00	60.00	200.00	с	41	340.00	10.00	200.00	с	42	.00	.00	.00	

Результати ув'язки

: номер : :ділянки :	код : :ділянки :	діаметр: : ділянки :	довжина : : ділянки :	витрата : : ділянки :	швидкість : : руху води :	втрати : : напору :								
:	1	:	0- 1	:	400.00	:	660.00	:	185.19	:	1.47	:	5.05	:
:	2	:	2- 0	:	500.00	:	420.00	:	271.90	:	1.38	:	2.12	:
:	3	:	3- 0	:	350.00	:	870.00	:	155.84	:	1.62	:	9.56	:
:	4	:	3- 0	:	350.00	:	810.00	:	131.28	:	1.36	:	6.32	:
:	5	:	2- 3	:	250.00	:	800.00	:	63.63	:	1.30	:	8.72	:
:	6	:	1- 2	:	600.00	:	790.00	:	523.99	:	1.85	:	5.64	:
:	7	:	0- 1	:	400.00	:	770.00	:	145.67	:	1.16	:	3.68	:
:	8	:	6- 3	:	150.00	:	290.00	:	24.72	:	1.40	:	7.15	:
:	9	:	6- 2	:	150.00	:	330.00	:	14.56	:	.82	:	2.99	:
:	10	:	5- 2	:	400.00	:	160.00	:	248.78	:	1.98	:	2.21	:
:	11	:	1- 5	:	400.00	:	190.00	:	228.92	:	1.82	:	2.22	:
:	12	:	4- 1	:	150.00	:	510.00	:	-5.78	:	.33	:	.86	:
:	13	:	0- 4	:	400.00	:	440.00	:	121.13	:	.96	:	1.49	:
:	14	:	4- 5	:	400.00	:	430.00	:	194.35	:	1.55	:	3.62	:
:	15	:	5- 6	:	400.00	:	410.00	:	209.75	:	1.67	:	4.02	:
:	16	:	6- 0	:	350.00	:	390.00	:	125.11	:	1.30	:	2.76	:
:	17	:	7- 4	:	150.00	:	500.00	:	7.23	:	.41	:	1.27	:
:	18	:	8- 5	:	150.00	:	400.00	:	4.21	:	.24	:	.39	:
:	19	:	8- 6	:	400.00	:	210.00	:	196.31	:	1.56	:	1.80	:
:	20	:	9- 6	:	200.00	:	440.00	:	42.76	:	1.36	:	7.07	:
:	21	:	0- 7	:	350.00	:	420.00	:	97.81	:	1.02	:	1.87	:
:	22	:	7- 8	:	400.00	:	550.00	:	164.86	:	1.31	:	3.33	:
:	23	:	8- 9	:	350.00	:	840.00	:	127.77	:	1.33	:	6.21	:
:	24	:	9- 0	:	350.00	:	1090.00	:	147.45	:	1.53	:	10.73	:
:	25	:	7-10	:	200.00	:	450.00	:	-25.51	:	.81	:	2.73	:
:	26	:	11- 8	:	200.00	:	470.00	:	34.75	:	1.11	:	5.06	:
:	27	:	12- 9	:	250.00	:	500.00	:	68.34	:	1.39	:	6.29	:
:	28	:	9-13	:	150.00	:	330.00	:	-19.81	:	1.12	:	5.29	:
:	29	:	0-10	:	400.00	:	410.00	:	60.51	:	.48	:	.39	:
:	30	:	10-11	:	400.00	:	900.00	:	124.65	:	.99	:	3.21	:
:	31	:	11-12	:	250.00	:	1250.00	:	54.04	:	1.10	:	9.98	:
:	32	:	12-13	:	200.00	:	1360.00	:	23.74	:	.76	:	7.23	:
:	33	:	13- 0	:	350.00	:	1380.00	:	101.49	:	1.05	:	6.57	:
:	34	:	0-10	:	250.00	:	210.00	:	57.43	:	1.17	:	1.88	:
:	35	:	0-10	:	250.00	:	490.00	:	53.96	:	1.10	:	3.90	:
:	36	:	10- 0	:	400.00	:	220.00	:	63.58	:	.51	:	.23	:
:	37	:	0-11	:	200.00	:	240.00	:	49.85	:	1.59	:	5.24	:

:	38	:	11- 0	:	200.00	:	250.00	:	.96	:	.03	:	.00	:
:	39	:	12- 0	:	250.00	:	1020.00	:	-34.39	:	.70	:	3.53	:
:	40	:	0-13	:	200.00	:	370.00	:	37.74	:	1.20	:	4.63	:
:	41	:	0-11	:	200.00	:	340.00	:	46.97	:	1.50	:	6.59	:

Варіант 2 Режим максимального транзитиву

Вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	660.00	185.16	400.00	с	2	420.00	204.15	500.00	с	3	870.00	132.22	350.00	с
4	810.00	122.84	350.00	с	5	800.00	52.03	250.00	с	6	790.00	344.54	600.00	с
7	770.00	172.73	400.00	с	8	290.00	10.00	150.00	с	9	330.00	20.00	150.00	с
10	160.00	161.73	400.00	с	11	190.00	164.76	400.00	с	12	510.00	10.00	150.00	с
13	440.00	147.42	400.00	с	14	430.00	162.06	400.00	с	15	410.00	171.71	400.00	с
16	390.00	120.29	350.00	с	17	500.00	10.00	150.00	с	18	400.00	20.00	150.00	с
19	210.00	142.72	400.00	с	20	440.00	10.00	200.00	с	21	420.00	129.23	350.00	с
22	550.00	175.30	400.00	с	23	840.00	119.59	350.00	с	24	1090.00	119.89	350.00	с
25	450.00	40.00	200.00	с	26	470.00	30.00	200.00	с	27	500.00	19.50	250.00	с
28	330.00	30.00	150.00	с	29	410.00	162.49	400.00	с	30	900.00	147.47	400.00	с
31	1250.00	46.69	250.00	с	32	1360.00	33.89	200.00	с	33	1380.00	77.85	350.00	с
34	210.00	70.00	250.00	с	35	490.00	72.37	250.00	с	36	220.00	179.77	400.00	с
37	240.00	40.00	200.00	с	38	250.00	43.95	200.00	с	39	1020.00	10.00	250.00	с
40	370.00	10.00	200.00	с	41	340.00	41.96	200.00	с	42	.00	.00	.00	

Результати ув'язки

: номер :	код :	діаметр:	довжина :	витрата :	швидкість :	втрати :								
: ділянки :	ділянки:	ділянки	ділянки :	ділянки :	руху води :	напору :								
:	1	:	0- 1	:	400.00	:	660.00	:	178.47	:	1.42	:	4.69	:
:	2	:	2- 0	:	500.00	:	420.00	:	169.26	:	.86	:	.86	:
:	3	:	3- 0	:	350.00	:	870.00	:	96.44	:	1.00	:	3.77	:
:	4	:	3- 0	:	350.00	:	810.00	:	87.06	:	.90	:	2.90	:
:	5	:	2- 3	:	250.00	:	800.00	:	52.92	:	1.08	:	6.14	:
:	6	:	1- 2	:	600.00	:	790.00	:	386.12	:	1.37	:	3.06	:
:	7	:	0- 1	:	400.00	:	770.00	:	166.04	:	1.32	:	4.73	:
:	8	:	6- 3	:	150.00	:	290.00	:	5.95	:	.34	:	.52	:
:	9	:	6- 2	:	150.00	:	330.00	:	15.06	:	.85	:	3.18	:
:	10	:	5- 2	:	400.00	:	160.00	:	145.33	:	1.16	:	.76	:
:	11	:	1- 5	:	400.00	:	190.00	:	222.74	:	1.77	:	2.10	:
:	12	:	4- 1	:	150.00	:	510.00	:	-13.94	:	.79	:	4.26	:
:	13	:	0- 4	:	400.00	:	440.00	:	164.67	:	1.31	:	2.66	:
:	14	:	4- 5	:	400.00	:	430.00	:	196.10	:	1.56	:	3.69	:
:	15	:	5- 6	:	400.00	:	410.00	:	160.25	:	1.28	:	2.35	:
:	16	:	6- 0	:	350.00	:	390.00	:	80.46	:	.84	:	1.21	:
:	17	:	7- 4	:	150.00	:	500.00	:	-12.15	:	.69	:	3.25	:
:	18	:	5- 8	:	150.00	:	400.00	:	12.38	:	.70	:	2.69	:
:	19	:	8- 6	:	400.00	:	210.00	:	138.88	:	1.11	:	.92	:
:	20	:	9- 6	:	200.00	:	440.00	:	19.51	:	.62	:	1.63	:
:	21	:	0- 7	:	350.00	:	420.00	:	168.63	:	1.75	:	5.41	:
:	22	:	7- 8	:	400.00	:	550.00	:	179.57	:	1.43	:	3.96	:
:	23	:	8- 9	:	350.00	:	840.00	:	106.24	:	1.10	:	4.36	:
:	24	:	9- 0	:	350.00	:	1090.00	:	89.57	:	.93	:	4.11	:
:	25	:	7-10	:	200.00	:	450.00	:	34.19	:	1.09	:	4.70	:
:	26	:	8-11	:	200.00	:	470.00	:	17.14	:	.55	:	1.38	:
:	27	:	12- 9	:	250.00	:	500.00	:	30.65	:	.62	:	1.40	:
:	28	:	9-13	:	150.00	:	330.00	:	.71	:	.04	:	.01	:
:	29	:	0-10	:	400.00	:	410.00	:	196.08	:	1.56	:	3.52	:
:	30	:	10-11	:	400.00	:	900.00	:	144.69	:	1.15	:	4.24	:
:	31	:	11-12	:	250.00	:	1250.00	:	35.06	:	.71	:	4.48	:
:	32	:	12-13	:	200.00	:	1360.00	:	15.74	:	.50	:	3.41	:
:	33	:	13- 0	:	350.00	:	1380.00	:	76.82	:	.80	:	3.92	:
:	34	:	10- 0	:	250.00	:	210.00	:	36.41	:	.74	:	.81	:
:	35	:	10- 0	:	250.00	:	490.00	:	38.78	:	.79	:	2.11	:

:	36	:	10- 0	:	400.00	:	220.00	:	146.18	:	1.16	:	1.06	:
:	37	:	11- 0	:	200.00	:	240.00	:	9.19	:	.29	:	.23	:
:	38	:	11- 0	:	200.00	:	250.00	:	13.14	:	.42	:	.45	:
:	39	:	12- 0	:	250.00	:	1020.00	:	-9.18	:	.19	:	.33	:
:	40	:	0-13	:	200.00	:	370.00	:	11.03	:	.35	:	.49	:
:	41	:	11- 0	:	200.00	:	340.00	:	11.15	:	.36	:	.46	:

Варіант 3 Режим максимального водоспоживання

e= .01000 nk= 13 ny= 41

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	660.00	124.14	400.00	с	2	420.00	284.56	500.00	с	3	870.00	156.65	400.00	с
4	810.00	131.09	400.00	с	5	800.00	75.84	300.00	с	6	790.00	286.96	600.00	с
7	770.00	91.62	400.00	с	8	290.00	30.00	200.00	с	9	330.00	10.00	150.00	с
10	160.00	141.38	400.00	с	11	190.00	99.30	400.00	с	12	510.00	10.00	150.00	с
13	440.00	44.30	350.00	с	14	430.00	80.51	350.00	с	15	410.00	108.90	400.00	с
16	390.00	131.19	350.00	с	17	500.00	10.00	150.00	с	18	400.00	20.00	150.00	с
19	210.00	111.25	350.00	с	20	440.00	10.00	150.00	с	21	420.00	18.21	350.00	с
22	550.00	37.99	350.00	с	23	840.00	75.47	350.00	с	24	1090.00	120.77	350.00	с
25	450.00	40.00	200.00	с	26	470.00	30.00	200.00	с	27	500.00	46.63	250.00	с
28	330.00	20.00	150.00	с	29	410.00	33.58	350.00	с	30	900.00	17.02	350.00	с
31	1250.00	18.70	250.00	с	32	1360.00	41.84	250.00	с	33	1380.00	80.00	300.00	с
34	210.00	145.73	350.00	с	35	490.00	142.26	350.00	с	36	220.00	10.00	300.00	с
37	240.00	15.81	200.00	с	38	250.00	10.00	200.00	с	39	1020.00	10.00	200.00	с
40	370.00	31.45	200.00	с	41	340.00	12.93	200.00	с	42	.00	.00	.00	

Результати ув'язки

: номер :	код :	діаметр:	довжина :	витрата :	швидкість :	втрати :								
: ділянки :	ділянки:	ділянки	ділянки :	ділянки	: руху води :	напору :								
:	1	:	0- 1	:	400.00	:	660.00	:	97.34	:	.77	:	1.49	:
:	2	:	2- 0	:	500.00	:	420.00	:	255.03	:	1.30	:	1.87	:
:	3	:	3- 0	:	400.00	:	870.00	:	134.15	:	1.07	:	3.56	:
:	4	:	3- 0	:	400.00	:	810.00	:	108.59	:	.86	:	2.24	:
:	5	:	2- 3	:	300.00	:	800.00	:	68.81	:	.97	:	4.01	:
:	6	:	1- 2	:	600.00	:	790.00	:	343.29	:	1.21	:	2.42	:
:	7	:	0- 1	:	400.00	:	770.00	:	64.82	:	.52	:	.83	:
:	8	:	6- 3	:	200.00	:	290.00	:	25.76	:	.82	:	1.79	:
:	9	:	6- 2	:	150.00	:	330.00	:	12.79	:	.72	:	2.35	:
:	10	:	5- 2	:	400.00	:	160.00	:	175.70	:	1.40	:	1.10	:
:	11	:	1- 5	:	400.00	:	190.00	:	121.31	:	.97	:	.64	:
:	12	:	4- 1	:	150.00	:	510.00	:	5.34	:	.30	:	.75	:
:	13	:	0- 4	:	350.00	:	440.00	:	22.16	:	.23	:	.13	:
:	14	:	4- 5	:	350.00	:	430.00	:	97.86	:	1.02	:	1.91	:
:	15	:	5- 6	:	400.00	:	410.00	:	140.44	:	1.12	:	1.83	:
:	16	:	6- 0	:	350.00	:	390.00	:	104.45	:	1.09	:	1.96	:
:	17	:	7- 4	:	150.00	:	500.00	:	10.63	:	.60	:	2.54	:
:	18	:	8- 5	:	150.00	:	400.00	:	4.12	:	.23	:	.37	:
:	19	:	8- 6	:	350.00	:	210.00	:	126.91	:	1.32	:	1.53	:
:	20	:	9- 6	:	150.00	:	440.00	:	11.89	:	.67	:	2.74	:
:	21	:	0- 7	:	350.00	:	420.00	:	-4.56	:	.05	:	.01	:
:	22	:	7- 8	:	350.00	:	550.00	:	71.84	:	.75	:	1.38	:
:	23	:	8- 9	:	350.00	:	840.00	:	89.24	:	.93	:	3.15	:
:	24	:	9- 0	:	350.00	:	1090.00	:	95.91	:	1.00	:	4.67	:
:	25	:	10- 7	:	200.00	:	450.00	:	31.10	:	.99	:	3.94	:
:	26	:	11- 8	:	200.00	:	470.00	:	29.26	:	.93	:	3.67	:
:	27	:	12- 9	:	250.00	:	500.00	:	55.99	:	1.14	:	4.27	:
:	28	:	9-13	:	150.00	:	330.00	:	-.17	:	.01	:	.00	:
:	29	:	10- 0	:	350.00	:	410.00	:	47.44	:	.49	:	.48	:
:	30	:	10-11	:	350.00	:	900.00	:	42.71	:	.44	:	.88	:
:	31	:	11-12	:	250.00	:	1250.00	:	22.38	:	.46	:	1.98	:
:	32	:	12-13	:	250.00	:	1360.00	:	31.02	:	.63	:	3.90	:
:	33	:	13- 0	:	300.00	:	1380.00	:	75.32	:	1.07	:	8.18	:
:	34	:	0-10	:	350.00	:	210.00	:	131.87	:	1.37	:	1.65	:

:	35	:	0-10	:	350.00	:	490.00	:	128.40	:	1.33	:	3.66	:
:	36	:	0-10	:	300.00	:	220.00	:	-3.86	:	.05	:	.01	:
:	37	:	0-11	:	200.00	:	240.00	:	27.63	:	.88	:	1.69	:
:	38	:	0-11	:	200.00	:	250.00	:	21.82	:	.69	:	1.14	:
:	39	:	0-12	:	200.00	:	1020.00	:	25.50	:	.81	:	6.18	:
:	40	:	0-13	:	200.00	:	370.00	:	36.13	:	1.15	:	4.29	:
:	41	:	0-11	:	200.00	:	340.00	:	24.75	:	.79	:	1.95	:

Варіант 3 Пожежа в годину максимального водоспоживання

e= .01000 nk= 13 ny= 41

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	660.00	191.81	400.00	с	2	420.00	338.77	500.00	с	3	870.00	200.86	350.00	с
4	810.00	176.30	400.00	с	5	800.00	85.48	300.00	с	6	790.00	450.50	600.00	с
7	770.00	152.29	400.00	с	8	290.00	40.00	200.00	с	9	330.00	8.00	150.00	с
10	160.00	207.85	400.00	с	11	190.00	196.37	400.00	с	12	510.00	20.00	150.00	с
13	440.00	101.97	350.00	с	14	430.00	187.58	350.00	с	15	410.00	175.38	400.00	с
16	390.00	185.41	350.00	с	17	500.00	20.00	150.00	с	18	400.00	40.00	150.00	с
19	210.00	197.73	350.00	с	20	440.00	10.00	150.00	с	21	420.00	65.88	350.00	с
22	550.00	135.06	350.00	с	23	840.00	161.95	350.00	с	24	1090.00	175.00	350.00	с
25	450.00	60.00	200.00	с	26	470.00	10.00	200.00	с	27	500.00	85.18	250.00	с
28	330.00	30.00	150.00	с	29	410.00	114.09	350.00	с	30	900.00	34.09	350.00	с
31	1250.00	46.63	250.00	с	32	1360.00	90.39	250.00	с	33	1380.00	79.23	300.00	с
34	210.00	111.01	350.00	с	35	490.00	107.54	350.00	с	36	220.00	10.00	300.00	с
37	240.00	12.88	200.00	с	38	250.00	37.93	200.00	с	39	1020.00	10.00	200.00	с
40	370.00	60.00	200.00	с	41	340.00	10.00	200.00	с	42	.00	.00	.00	

Результати ув'язки

: номер :	код :	діаметр:	довжина :	витрата :	швидкість :	втрати :		
:ділянки :	ділянки:	ділянки	ділянки :	ділянки	: руху води :	напору :		
:	1	:	0- 1 :	400.00 :	660.00 :	190.68 :	1.52 :	5.35 :
:	2	:	2- 0 :	500.00 :	420.00 :	299.66 :	1.53 :	2.58 :
:	3	:	3- 0 :	350.00 :	870.00 :	156.85 :	1.63 :	9.69 :
:	4	:	3- 0 :	400.00 :	810.00 :	132.29 :	1.05 :	3.23 :
:	5	:	2- 3 :	300.00 :	800.00 :	90.38 :	1.28 :	6.70 :
:	6	:	1- 2 :	600.00 :	790.00 :	490.74 :	1.74 :	4.95 :
:	7	:	0- 1 :	400.00 :	770.00 :	151.16 :	1.20 :	3.92 :
:	8	:	6- 3 :	200.00 :	290.00 :	49.40 :	1.57 :	6.22 :
:	9	:	6- 2 :	150.00 :	330.00 :	12.50 :	.71 :	2.26 :
:	10	:	5- 2 :	400.00 :	160.00 :	240.64 :	1.91 :	2.07 :
:	11	:	1- 5 :	400.00 :	190.00 :	203.82 :	1.62 :	1.76 :
:	12	:	4- 1 :	150.00 :	510.00 :	-10.59 :	.60 :	2.57 :
:	13	:	0- 4 :	350.00 :	440.00 :	131.43 :	1.37 :	3.44 :
:	14	:	4- 5 :	350.00 :	430.00 :	164.44 :	1.71 :	5.26 :
:	15	:	5- 6 :	400.00 :	410.00 :	203.67 :	1.62 :	3.79 :
:	16	:	6- 0 :	350.00 :	390.00 :	150.80 :	1.57 :	4.01 :
:	17	:	7- 4 :	150.00 :	500.00 :	-5.43 :	.31 :	.76 :
:	18	:	8- 5 :	150.00 :	400.00 :	-7.82 :	.44 :	1.17 :
:	19	:	8- 6 :	350.00 :	210.00 :	178.20 :	1.85 :	3.02 :
:	20	:	9- 6 :	150.00 :	440.00 :	17.61 :	1.00 :	5.67 :
:	21	:	0- 7 :	350.00 :	420.00 :	120.77 :	1.26 :	2.77 :
:	22	:	7- 8 :	350.00 :	550.00 :	134.31 :	1.40 :	4.49 :
:	23	:	8- 9 :	350.00 :	840.00 :	134.81 :	1.40 :	6.91 :
:	24	:	9- 0 :	350.00 :	1090.00 :	148.00 :	1.54 :	10.81 :
:	25	:	7-10 :	200.00 :	450.00 :	-14.33 :	.46 :	.95 :
:	26	:	11- 8 :	200.00 :	470.00 :	31.71 :	1.01 :	4.27 :
:	27	:	12- 9 :	250.00 :	500.00 :	76.81 :	1.56 :	7.94 :
:	28	:	9-13 :	150.00 :	330.00 :	-10.40 :	.59 :	1.61 :
:	29	:	0-10 :	350.00 :	410.00 :	94.65 :	.98 :	1.71 :
:	30	:	10-11 :	350.00 :	900.00 :	85.96 :	.89 :	3.15 :
:	31	:	11-12 :	250.00 :	1250.00 :	49.57 :	1.01 :	8.50 :
:	32	:	12-13 :	250.00 :	1360.00 :	41.62 :	.85 :	6.68 :
:	33	:	13- 0 :	300.00 :	1380.00 :	92.63 :	1.31 :	12.13 :

:	34	:	0-10	:	350.00	:	210.00	:	91.57	:	.95	:	.83	:
:	35	:	0-10	:	350.00	:	490.00	:	88.10	:	.92	:	1.79	:
:	36	:	10- 0	:	300.00	:	220.00	:	29.44	:	.42	:	.23	:
:	37	:	0-11	:	200.00	:	240.00	:	45.31	:	1.44	:	4.33	:
:	38	:	11- 0	:	200.00	:	250.00	:	5.50	:	.17	:	.10	:
:	39	:	12- 0	:	200.00	:	1020.00	:	-25.37	:	.81	:	6.13	:
:	40	:	0-13	:	200.00	:	370.00	:	46.60	:	1.48	:	7.06	:
:	41	:	0-11	:	200.00	:	340.00	:	42.43	:	1.35	:	5.38	:

Варіант 3 Режим максимального транзиту														
ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	660.00	185.16	400.00	с	2	420.00	204.15	500.00	с	3	870.00	132.22	350.00	с
4	810.00	122.84	400.00	с	5	800.00	52.03	300.00	с	6	790.00	344.54	600.00	с
7	770.00	172.73	400.00	с	8	290.00	10.00	200.00	с	9	330.00	20.00	150.00	с
10	160.00	161.73	400.00	с	11	190.00	164.76	400.00	с	12	510.00	10.00	150.00	с
13	440.00	147.42	350.00	с	14	430.00	162.06	350.00	с	15	410.00	171.71	400.00	с
16	390.00	120.29	350.00	с	17	500.00	10.00	150.00	с	18	400.00	20.00	150.00	с
19	210.00	142.72	350.00	с	20	440.00	10.00	150.00	с	21	420.00	129.23	350.00	с
22	550.00	175.30	350.00	с	23	840.00	119.59	350.00	с	24	1090.00	119.89	350.00	с
25	450.00	40.00	200.00	с	26	470.00	30.00	200.00	с	27	500.00	19.50	250.00	с
28	330.00	30.00	150.00	с	29	410.00	162.49	350.00	с	30	900.00	147.47	350.00	с
31	1250.00	46.69	250.00	с	32	1360.00	33.89	250.00	с	33	1380.00	77.85	300.00	с
34	210.00	70.00	350.00	с	35	490.00	72.37	350.00	с	36	220.00	179.77	300.00	с
37	240.00	40.00	200.00	с	38	250.00	43.95	200.00	с	39	1020.00	10.00	200.00	с
40	370.00	10.00	200.00	с	41	340.00	41.96	200.00	с	42	.00	.00	.00	

Результати ув'язки

: номер :	код :	діаметр:	довжина :	витрата :	швидкість :	втрати :								
:ділянки :	ділянки:	ділянки	ділянки :	ділянки :	руху води :	напору :								
:	1	:	0- 1	:	400.00	:	660.00	:	178.62	:	1.42	:	4.70	:
:	2	:	2- 0	:	500.00	:	420.00	:	191.50	:	.98	:	1.09	:
:	3	:	3- 0	:	350.00	:	870.00	:	99.76	:	1.04	:	4.01	:
:	4	:	3- 0	:	400.00	:	810.00	:	90.38	:	.72	:	1.60	:
:	5	:	2- 3	:	300.00	:	800.00	:	71.84	:	1.02	:	4.34	:
:	6	:	1- 2	:	600.00	:	790.00	:	363.73	:	1.29	:	2.72	:
:	7	:	0- 1	:	400.00	:	770.00	:	166.19	:	1.32	:	4.74	:
:	8	:	6- 3	:	200.00	:	290.00	:	21.32	:	.68	:	1.26	:
:	9	:	6- 2	:	150.00	:	330.00	:	11.51	:	.65	:	1.94	:
:	10	:	5- 2	:	400.00	:	160.00	:	146.08	:	1.16	:	.77	:
:	11	:	1- 5	:	400.00	:	190.00	:	199.60	:	1.59	:	1.69	:
:	12	:	4- 1	:	150.00	:	510.00	:	-15.26	:	.86	:	5.04	:
:	13	:	0- 4	:	350.00	:	440.00	:	166.15	:	1.73	:	5.50	:
:	14	:	4- 5	:	350.00	:	430.00	:	171.64	:	1.78	:	5.73	:
:	15	:	5- 6	:	400.00	:	410.00	:	164.55	:	1.31	:	2.48	:
:	16	:	6- 0	:	350.00	:	390.00	:	99.15	:	1.03	:	1.78	:
:	17	:	7- 4	:	150.00	:	500.00	:	-15.05	:	.85	:	4.81	:
:	18	:	5- 8	:	150.00	:	400.00	:	15.74	:	.89	:	4.18	:
:	19	:	8- 6	:	350.00	:	210.00	:	139.82	:	1.45	:	1.86	:
:	20	:	9- 6	:	150.00	:	440.00	:	5.32	:	.30	:	.64	:
:	21	:	0- 7	:	350.00	:	420.00	:	173.00	:	1.80	:	5.69	:
:	22	:	7- 8	:	350.00	:	550.00	:	155.57	:	1.62	:	6.02	:
:	23	:	8- 9	:	350.00	:	840.00	:	121.37	:	1.26	:	5.60	:
:	24	:	9- 0	:	350.00	:	1090.00	:	94.07	:	.98	:	4.51	:
:	25	:	7-10	:	200.00	:	450.00	:	33.34	:	1.06	:	4.48	:
:	26	:	8-11	:	200.00	:	470.00	:	25.04	:	.80	:	2.75	:
:	27	:	12- 9	:	250.00	:	500.00	:	33.98	:	.69	:	1.69	:
:	28	:	9-13	:	150.00	:	330.00	:	12.16	:	.69	:	2.15	:
:	29	:	0-10	:	350.00	:	410.00	:	199.60	:	2.07	:	7.39	:
:	30	:	10-11	:	350.00	:	900.00	:	129.44	:	1.35	:	6.83	:
:	31	:	11-12	:	250.00	:	1250.00	:	38.95	:	.79	:	5.44	:
:	32	:	12-13	:	250.00	:	1360.00	:	30.52	:	.62	:	3.78	:

:	33	:	13- 0	:	300.00	:	1380.00	:	69.87	:	.99	:	7.11	:
:	34	:	10- 0	:	350.00	:	210.00	:	32.89	:	.34	:	.13	:
:	35	:	10- 0	:	350.00	:	490.00	:	35.26	:	.37	:	.34	:
:	36	:	10- 0	:	300.00	:	220.00	:	142.66	:	2.02	:	4.59	:
:	37	:	11- 0	:	200.00	:	240.00	:	20.92	:	.67	:	1.01	:
:	38	:	11- 0	:	200.00	:	250.00	:	24.87	:	.79	:	1.45	:
:	39	:	12- 0	:	200.00	:	1020.00	:	-1.34	:	.04	:	.03	:
:	40	:	0-13	:	200.00	:	370.00	:	17.98	:	.57	:	1.18	:
:	41	:	11- 0	:	200.00	:	340.00	:	22.88	:	.73	:	1.69	:

Додаток 3

Режим мінімального водоспоживання

e= .01000 nk= 13 ny= 41

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	660.00	80.44	400.00	с	2	420.00	114.59	500.00	с	3	870.00	73.82	350.00	с
4	810.00	68.74	350.00	с	5	800.00	30.00	250.00	с	6	790.00	89.90	600.00	с
7	770.00	73.71	400.00	с	8	290.00	10.00	150.00	с	9	330.00	8.33	150.00	с
10	160.00	2.08	400.00	с	11	190.00	78.25	400.00	с	12	510.00	10.00	150.00	с
13	440.00	55.99	400.00	с	14	430.00	6.13	400.00	с	15	410.00	81.93	400.00	с
16	390.00	72.35	350.00	с	17	500.00	10.00	150.00	с	18	400.00	10.00	150.00	с
19	210.00	68.28	400.00	с	20	440.00	10.00	200.00	с	21	420.00	42.66	350.00	с
22	550.00	19.40	400.00	с	23	840.00	52.95	350.00	с	24	1090.00	78.13	350.00	с
25	450.00	10.00	200.00	с	26	470.00	10.00	200.00	с	27	500.00	24.35	250.00	с
28	330.00	10.00	150.00	с	29	410.00	50.22	400.00	с	30	900.00	13.00	400.00	с
31	1250.00	10.30	250.00	с	32	1360.00	29.22	200.00	с	33	1380.00	63.83	350.00	с
34	210.00	19.45	250.00	с	35	490.00	20.17	250.00	с	36	220.00	20.90	400.00	с
37	240.00	10.22	200.00	с	38	250.00	10.82	200.00	с	39	1020.00	5.00	250.00	с
40	370.00	20.00	200.00	с	41	340.00	11.43	200.00	с	42	.00	.00	.00	

Результати ув'язки

: номер	: код	: діаметр:	довжина	: витрата	: швидкість	: втрати								
: ділянки	: ділянки:	ділянки	ділянки	: ділянки	: руху води	: напору :								
:	1	:	0- 1	:	400.00	:	660.00	:	64.02	:	.51	:	.69	:
:	2	:	2- 0	:	500.00	:	420.00	:	83.21	:	.42	:	.24	:
:	3	:	3- 0	:	350.00	:	870.00	:	48.15	:	.50	:	1.05	:
:	4	:	3- 0	:	350.00	:	810.00	:	43.07	:	.45	:	.80	:
:	5	:	2- 3	:	250.00	:	800.00	:	24.29	:	.49	:	1.47	:
:	6	:	1- 2	:	600.00	:	790.00	:	137.70	:	.49	:	.45	:
:	7	:	0- 1	:	400.00	:	770.00	:	57.29	:	.46	:	.66	:
:	8	:	6- 3	:	150.00	:	290.00	:	5.00	:	.28	:	.38	:
:	9	:	6- 2	:	150.00	:	330.00	:	9.04	:	.51	:	1.25	:
:	10	:	5- 2	:	400.00	:	160.00	:	-6.50	:	.05	:	.00	:
:	11	:	1- 5	:	400.00	:	190.00	:	134.62	:	1.07	:	.78	:
:	12	:	4- 1	:	150.00	:	510.00	:	-1.90	:	.11	:	.12	:
:	13	:	0- 4	:	400.00	:	440.00	:	51.48	:	.41	:	.31	:
:	14	:	4- 5	:	400.00	:	430.00	:	50.60	:	.40	:	.30	:
:	15	:	5- 6	:	400.00	:	410.00	:	72.64	:	.58	:	.54	:
:	16	:	6- 0	:	350.00	:	390.00	:	41.68	:	.43	:	.36	:
:	17	:	7- 4	:	150.00	:	500.00	:	-2.10	:	.12	:	.14	:
:	18	:	5- 8	:	150.00	:	400.00	:	5.10	:	.29	:	.54	:
:	19	:	8- 6	:	400.00	:	210.00	:	63.89	:	.51	:	.22	:
:	20	:	9- 6	:	200.00	:	440.00	:	16.65	:	.53	:	1.22	:
:	21	:	0- 7	:	350.00	:	420.00	:	50.25	:	.52	:	.55	:
:	22	:	7- 8	:	400.00	:	550.00	:	46.87	:	.37	:	.33	:
:	23	:	8- 9	:	350.00	:	840.00	:	41.91	:	.44	:	.79	:
:	24	:	9- 0	:	350.00	:	1090.00	:	54.12	:	.56	:	1.63	:
:	25	:	7-10	:	200.00	:	450.00	:	8.37	:	.27	:	.37	:
:	26	:	8-11	:	200.00	:	470.00	:	-4.58	:	.15	:	.13	:
:	27	:	12- 9	:	250.00	:	500.00	:	23.46	:	.48	:	.86	:
:	28	:	9-13	:	150.00	:	330.00	:	-8.82	:	.50	:	1.19	:
:	29	:	0-10	:	400.00	:	410.00	:	56.18	:	.45	:	.34	:
:	30	:	10-11	:	400.00	:	900.00	:	27.52	:	.22	:	.21	:
:	31	:	11-12	:	250.00	:	1250.00	:	14.73	:	.30	:	.94	:

:	32	:	12-13	:	200.00	:	1360.00	:	9.52	:	.30	:	1.38	:
:	33	:	13- 0	:	350.00	:	1380.00	:	58.63	:	.61	:	2.39	:
:	34	:	10- 0	:	250.00	:	210.00	:	13.49	:	.27	:	.13	:
:	35	:	10- 0	:	250.00	:	490.00	:	14.21	:	.29	:	.34	:
:	36	:	10- 0	:	400.00	:	220.00	:	14.94	:	.12	:	.02	:
:	37	:	11- 0	:	200.00	:	240.00	:	-10.26	:	.33	:	.28	:
:	38	:	11- 0	:	200.00	:	250.00	:	-9.66	:	.31	:	.26	:
:	39	:	12- 0	:	250.00	:	1020.00	:	-19.90	:	.41	:	1.31	:
:	40	:	0-13	:	200.00	:	370.00	:	25.20	:	.80	:	2.19	:
:	41	:	11- 0	:	200.00	:	340.00	:	-9.05	:	.29	:	.32	:

Режим середньогодинного водоспоживання

e= .01000 nk= 13 ny= 41

вихідні дані

ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	660.00	132.76	400.00	с	2	420.00	210.30	500.00	с	3	870.00	128.55	350.00	с
4	810.00	113.58	350.00	с	5	800.00	50.00	250.00	с	6	790.00	376.51	600.00	с
7	770.00	112.93	400.00	с	8	290.00	20.00	150.00	с	9	330.00	5.95	150.00	с
10	160.00	146.72	400.00	с	11	190.00	201.60	400.00	с	12	510.00	10.00	150.00	с
13	440.00	70.18	400.00	с	14	430.00	149.17	400.00	с	15	410.00	193.84	400.00	с
16	390.00	104.74	350.00	с	17	500.00	20.00	150.00	с	18	400.00	20.00	150.00	с
19	210.00	163.08	400.00	с	20	440.00	10.00	200.00	с	21	420.00	40.37	350.00	с
22	550.00	169.36	400.00	с	23	840.00	137.36	350.00	с	24	1090.00	102.29	350.00	с
25	450.00	30.00	200.00	с	26	470.00	30.00	200.00	с	27	500.00	37.54	250.00	с
28	330.00	20.00	150.00	с	29	410.00	50.22	400.00	с	30	900.00	150.46	400.00	с
31	1250.00	45.35	250.00	с	32	1360.00	42.43	200.00	с	33	1380.00	69.63	350.00	с
34	210.00	71.76	250.00	с	35	490.00	73.88	250.00	с	36	220.00	184.03	400.00	с
37	240.00	40.40	200.00	с	38	250.00	42.16	200.00	с	39	1020.00	10.00	250.00	с
40	370.00	20.00	200.00	с	41	340.00	43.95	200.00	с	42	.00	.00	.00	

Результати ув'язки

: номер : :ділянки :	код : :ділянки:	діаметр: ділянки	довжина : ділянки :	витрата : ділянки	швидкість : руху води :	втрати : напору :								
:	1	:	0- 1	:	400.00	:	660.00	:	168.07	:	1.34	:	4.16	:
:	2	:	2- 0	:	500.00	:	420.00	:	172.94	:	.88	:	.90	:
:	3	:	3- 0	:	350.00	:	870.00	:	99.66	:	1.04	:	4.00	:
:	4	:	3- 0	:	350.00	:	810.00	:	84.69	:	.88	:	2.76	:
:	5	:	2- 3	:	250.00	:	800.00	:	41.53	:	.85	:	3.92	:
:	6	:	1- 2	:	600.00	:	790.00	:	378.55	:	1.34	:	2.94	:
:	7	:	0- 1	:	400.00	:	770.00	:	148.24	:	1.18	:	3.80	:
:	8	:	6- 3	:	150.00	:	290.00	:	15.18	:	.86	:	2.84	:
:	9	:	6- 2	:	150.00	:	330.00	:	9.60	:	.54	:	1.39	:
:	10	:	5- 2	:	400.00	:	160.00	:	112.92	:	.90	:	.48	:
:	11	:	1- 5	:	400.00	:	190.00	:	237.44	:	1.89	:	2.39	:
:	12	:	4- 1	:	150.00	:	510.00	:	-10.71	:	.61	:	2.63	:
:	13	:	0- 4	:	400.00	:	440.00	:	126.20	:	1.00	:	1.61	:
:	14	:	4- 5	:	400.00	:	430.00	:	164.31	:	1.31	:	2.59	:
:	15	:	5- 6	:	400.00	:	410.00	:	156.39	:	1.24	:	2.24	:
:	16	:	6- 0	:	350.00	:	390.00	:	71.03	:	.74	:	.96	:
:	17	:	7- 4	:	150.00	:	500.00	:	-8.39	:	.47	:	1.66	:
:	18	:	5- 8	:	150.00	:	400.00	:	11.29	:	.64	:	2.27	:
:	19	:	8- 6	:	400.00	:	210.00	:	134.34	:	1.07	:	.86	:
:	20	:	9- 6	:	200.00	:	440.00	:	22.30	:	.71	:	2.08	:
:	21	:	0- 7	:	350.00	:	420.00	:	124.78	:	1.30	:	2.96	:
:	22	:	7- 8	:	400.00	:	550.00	:	147.40	:	1.17	:	2.68	:
:	23	:	8- 9	:	350.00	:	840.00	:	96.32	:	1.00	:	3.63	:
:	24	:	9- 0	:	350.00	:	1090.00	:	80.88	:	.84	:	3.41	:
:	25	:	7-10	:	200.00	:	450.00	:	21.17	:	.67	:	1.94	:
:	26	:	8-11	:	200.00	:	470.00	:	9.45	:	.30	:	.47	:
:	27	:	12- 9	:	250.00	:	500.00	:	32.69	:	.67	:	1.58	:
:	28	:	9-13	:	150.00	:	330.00	:	-3.92	:	.22	:	.28	:
:	29	:	0-10	:	400.00	:	410.00	:	125.80	:	1.00	:	1.49	:
:	30	:	10-11	:	400.00	:	900.00	:	116.78	:	.93	:	2.85	:

:	31	:	11-12	:	250.00	:	1250.00	:	29.70	:	.61	:	3.31	:
:	32	:	12-13	:	200.00	:	1360.00	:	13.67	:	.44	:	2.65	:
:	33	:	13- 0	:	350.00	:	1380.00	:	72.14	:	.75	:	3.49	:
:	34	:	10- 0	:	250.00	:	210.00	:	-3.82	:	.08	:	.01	:
:	35	:	10- 0	:	250.00	:	490.00	:	-1.70	:	.03	:	.01	:
:	36	:	10- 0	:	400.00	:	220.00	:	108.45	:	.86	:	.61	:
:	37	:	11- 0	:	200.00	:	240.00	:	-1.50	:	.05	:	.01	:
:	38	:	11- 0	:	200.00	:	250.00	:	.26	:	.01	:	.00	:
:	39	:	12- 0	:	250.00	:	1020.00	:	-16.25	:	.33	:	.91	:
:	40	:	0-13	:	200.00	:	370.00	:	17.49	:	.56	:	1.12	:
:	41	:	11- 0	:	200.00	:	340.00	:	2.05	:	.07	:	.02	: