Практичні заняття № 6-7
Розрахунок характеристик водопровідної мережі, висоти вежі і напору насосів за п'єзометричними лініями

Мета занять: набути вмінь з визначення характеристик водопровідної мережі, навчитись аналізувати графічні схеми п'єзометричних ліній в системах водопостачання, отримати навички розрахунку напору насосів.

Завдання 6.1. Визначити необхідну висоту стовбуру водонапірної вежі і необхідний напір насосів**.**

Вихідні дані. В невигідному вузлі мережі вільний напір повинен дорівнювати H_1, втрати напору в мережі від невигідного твузла до вузла підключення водоводів h_1, втрати напору у водоводах h_2. Абсолютна позначка невигідного вузла z_1, позначка вісі насосів z_2. Водонапірна вежа розташована на початку мережі на позначці z_3. Висота баку вежі h_3. Чисельні значення вихідних величин прийняти за таблицею А.5 в додатку А.

Завдання 6.2. Визначити висоту стовбуру водонапірної вежі та необхідний напір насосів в мережі з контррезервуаром.

Вихідні дані. В невигідному вузлі мережі з контррезервуаром, яка має позначку z_4, необхідно забезпечити вільний напір H_2. Позначка місця розміщення водонапірної вежі z_5, позначка вузла підключення водоводів до мережі z_6, позначка вісі насосів z_7, висота баку h_3. Втрати в мережі і водоводах наступні: від невигідного вузла до водонапірної вежі h_4, від невигідного вузла до вузла підключення водоводів h_5, втрати у водоводах h_6, у випадку максимального транзиту сумарні втрати в мережі і водоводах h_7. Чисельні значення вихідних величин прийняти за таблицею А.5 в додатку А.

Завдання 6.3. За умовами завдання №6.2 визначити необхідний напір насосів в системі пожежогасіння низького тиску.

Вихідні дані. Втрати напору в мережі від точки підключення водоводів до невигідного вузла при пожежі дорівнюють h_8, а втрати у водоводах – h_9. Чисельні значення вихідних величин прийняти за таблицею А.5 в додатку А.

Завдання 7.1. За умовами завдання № 6.2 визначити необхідний напір насосів в системі пожежогасіння високого тиску.

Вихідні дані. Втрати в мережі при пожежі – h_{10} , втрати у водоводах – h_{11}, а необхідний напір в невигідному вузлі при пожежі– H_3. Чисельні значення вихідних величин прийняти за таблицею А5 в додатку А.

Завдання 7.2. За умовами завдання № 1 визначити необхідний напір насосів в системі пожежогасіння низького тиску. Умовно прийняти, що розташування невигідного вузла в мережі без пожежі і під час пожежі не змінюється.

Вихідні дані. Втрати напору в мережі від вузла підключення водоводів до невигідного вузла при пожежі складають h_8, а втрати у водоводах – h_9, Чисельні значення вихідних величин прийняти за таблицею А.5 в додатку А.

Завдання 7.3. За умовами завдання № 1 визначити необхідний напір насосів в системі пожежогасіння високого тиску. Розташування невигідного вузла в мережі не змінюється.

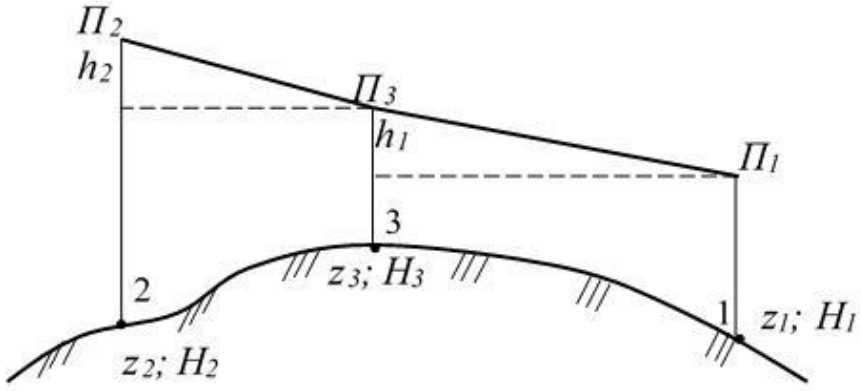
Вихідні дані. Втрати напору в мережі при пожежі – h_{10}, втрати у водоводах – h_{11}, а необхідний напір в невигідному вузлі при пожежі – H_3. Чисельні значення вихідних величин прийняти за таблицею А.5 в додатку А.

.

Приклади рішення завдань

До завдання № 6.1. Вихідні дані: $H_1 = 36$ м, $h_1 = 20$ м, $h_2 = 5$ м, $z_1 = 150$ м, $z_2 = 120$ м, $z_3 = 160$ м, $h_3 = 5$м.

Рішення. За умовами завдання № 1 будуються п'єзометричні лінії (рис.2.3.1.1).



$П_1, П_2, П_3$ – п'єзометричні позначки у вузлах 1, 2, 3; H_1, H_2, H_3– вільні напори у вузлах 1, 2, 3; z_1 , z_2, z_3 – геодезичні позначки у вузлах 1, 2, 3; h_1, h_2 – втрати напору на ділянках мережі

Рисунок 2.3.1.1 – Схема п'єзометричних ліній до завдання № 1

Як видно з рис.2.3.1.1 висота стовбура водонапірної вежі буде

$$H_б = П_3 - z_3 \,, \qquad (2.3.1.1)$$

де $П_3$ – п'єзометрична позначка у вузлі 3, яка визначається за формулою

$$П_3 = П_1 + h_1 = H_1 + z_1 + h_1 \,, \qquad (2.3.1.2)$$

де $П_1$ – п’єзометрична позначка у вузліі 1.

Тоді

$$П_3 = 36 + 150 + 20 = 206 \text{ м},$$

а висота вежі буде

$$H_б = 206 – 160 = 46 \text{ м}.$$

Напір насосів насосної станції II підйому, якщо при бак порожній, визначається за формулою:

$$H_н = П_2 – z_2 = П_3 + h_2 – z_2, \qquad (2.3.1.3)$$

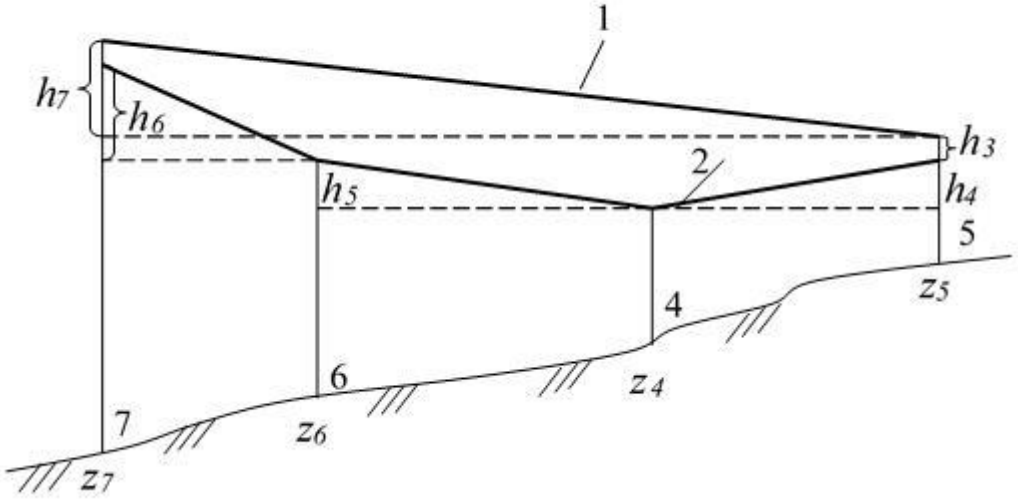
$$H_н = 206 + 5 – 120 = 91 \text{ м}.$$

Необхідний напір при повному баці

$$H'_н = H_н + h_3 = 91 + 5 = 96 \text{ м}.$$

<u>До завдання № 6.2.</u> Вихідні дані: $z_4 = 90$ м, $H_2 = 24$ м, $z_5 = 91$ м, $z_6 = 70$ м, $z_7 = 65$ м, $h_1 = 20$ м, $h_3 = 5$ м, $h_4 = 5$м, $h_5 = 5$ м, $h_6 = 6$ м, $h_7 = 15$ м.

<u>Рішення.</u> За умовами завдання № 6.2 будуються п’єзометричні лінії: при транзиті – 1, при максимальному водоспоживанні – 2 (рис.2.3.1.2). Висота стовбуру водонапірної вежі визначається для режиму максимального водоспоживання.



$z_4 \div z_7$ – геодезичні позначки у вузлах 4 ÷7; $h_3 \div h_7$– втрати напору на ділянках мережі

Рисунок 2.3.1.2 – Схема п’єзометричних ліній до завдання № 2

Виходячи з п’єзометричної лінії 2 (рис. 2.3.1.2), висота стовбура вежі визначається з таких співвідношень:

$$H_б = П_5 - z_5 = П_4 + h_4 - z_5 = z_4 + H_2 + h_4 - z_5\ , \qquad (2.3.1.4)$$

де $П_4$ і $П_5$ – п'єзометричні позначки у вузлах 4 і 5 відповідно.

Тоді

$$H_б = 90 + 24 + 5 - 91 = 28 \text{ м}.$$

Необхідний напір насосів при максимальному водоспоживанні і порожньому баці визначається із співвідношень:

$$H_н = П_7 - z_7 \qquad (2.3.1.5)$$

$$П_7 = П_4 + h_5 + h_6 = z_4 + H_2 + h_5 + h_6\ , \qquad (2.3.1.6)$$

де $П_7$ – п'єзометрична позначка насосної станції.

Тоді

$$П_7 = 90 + 24 + 7 + 6 = 127 \text{ м},$$

$$H_н = 127 - 65 = 62 \text{ м}.$$

У випадку максимального транзиту напір насосів визначається співвідношеннями:

$$H'_н = П'_7 - z_7\ , \qquad (2.3.1.7)$$

П'єзометрична позначка визначається за рівнянням

$$П'_7 = П'_5 + h_7 = z_5 + H_б + h_3 + h_7\ ,\ , \qquad (2.3.1.8)$$

де $П'_5$ і $П'_7$ –п'єзометричні позначки при транзиті у вузлах 5 і 7 відповідно.

Тоді

$$П'_7 = 91 + 28 + 5 + 15 = 139 \text{ м},$$

$$H'_н = 139 - 65 = 74 \text{ м}.$$

Заходи для попередження та усунення надмірних тисків в мережі наведені у [3, розділ 8.2], для багатоповерхових районів проєктуються насоні станції третього підйому [30, п.14.9]. Тиск води у водорозбірній арматурі, розташованій на нижньому поверсі будинку, не повинен перевищувати 0,45 МПа, а у пожежному крані на нижньому поверсі – 0,9 МПа.[29, п.5.14].

До завдання № 6.3. Вихідні дані: $h_8 = 20$ м, $h_9 = 10$ м.

Рішення Для систем з контррезервуаром невигідний вузол при пожежегасінні буде розташований біля водонапірної вежі, як показано на

рис. 2.3.1.2. В цьому вузлі згідно до [24, п.6.3.5] необхідно забезпечити мінімальний вільний напір 10 м. Для режиму пожежогасіння будуть справедливими співвідношення:

$$П_{н.т.} = z_5 + 10, \quad (2.3.1.8)$$

$$H_н = П_{н.т} + h_8 + h_9 - z_7 = z_5 + h_8 + h_9 + 10 - z_7, \quad (2.3.1.9)$$

де $П_{н.т}$ – п'єзометрична позначка у невигідному вузлі при пожежі.

Тоді

$$H_н = 91 + 20 + 10 + 10 - 65 = 65 \text{ м}.$$

До завдання № 7.1. Вихідні дані: $h_{10} = 40$ м, $H_3 = 35$ м, $h_{11} = 11$ м.

Рішення. Для систем водопостачання з контррезервуаром, невигідний вузол буде розташований поблизу вежі незалежно від системи пожежогасіння. Тоді системи пожежогасіння низького і високого тиску будуть відрізнятися тільки необхідним напором у невигідному вузлі. Тоді доцільно записати рівняння

$$П_{н.т.} = z_5 + H_3, \quad (2.3.1.10)$$

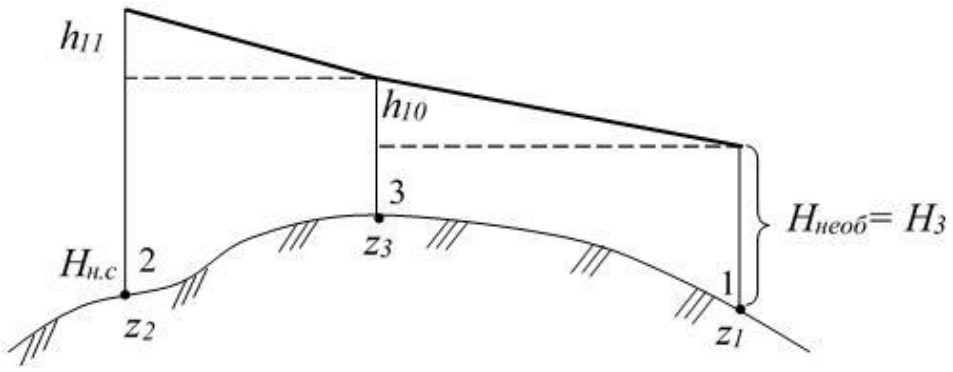
$$H_н = П_{н.т.} + h_{10} + h_{11} - z_7 = z_5 + H_3 + H_{10} + h_{11} - z_7 \quad (2.3.1.11)$$

Напір насосів

$$H_н = 91 + 35 + 40 + 11 - 65 = 112 \text{ м}.$$

До завдання № 7.2. Вихідні дані: $h_{10} = 40$ м, $h_{11} = 11$ м.

Рішення. П'єзометрична лінія для умов задачі показана на рис. 2.3.1.3.



$H_{н.с.}$ – напір насосів; $H_{необ}$ – необхідний напір; $z_1 \div z_3$ – геодезичні позначки у вузлах 1 ÷3; $h_{10} \div h_{11}$– втрати напору на ділянках мережі

Рисунок 2.3.1.3 – Схема п'єзометричних ліній до завдання № 5

В системі пожежогасіння низького тиску п’єзометрична позначка в невигідному вузлі буде

$$П_{н.т.} = z_1 + 10 = 150 + 10 = 160 \text{ м.}$$

Напір насосів повинен дорівнювати

$$H_н = П_{н.т.} + h_{10} + h_{11} - z_2 = 160 + 40 + 11 - 120 = 91 \text{ м.}$$

До завдання № 7.3. Вихідні дані: $h_{10} = 40$ м, $H_З = 35$ м, $h_{11} = 11$ м.

Рішення. Загальний вигляд п’єзометричної лінії при системі пожежогасіння високого тиску буде такий, як показано на рис.2.3.1.3. з урахуванням того, що вихідні дані для завдань № 5 і № 6 відрізняються тільки величиною необхідного вільного напору, напір насосів буде:

$$H_в = H_н + (H_З - 10) = 91 + 35 - 10 = 116 \text{ м.}$$

Питання для самоконтролю

1. . Що таке необхідний і фактичний вільний напір у водопровідній мережі?
2. . Що таке невигідний (критичний) вузол у водопровідній мережі?
3. . З якою метою водонапірна вежа встановлюється на найбільш високих позначках місцевості?
4. . Чим пояснюється однобічний ухил п’єзометричної лінії в мережі з вежею на її початку?
5. . Що найбільше впливає на необхідний напір у водопровідній мережі при господарсько-питному водоспоживанні?
6. . Як визначаються п’єзометричні позначки в вузлах водопровідної мережі?
7. . Від чого залежить висота водонапірної вежі?
8. Як визначається необхідний напір насосів насосної станції II підйому для подачі води в мережу з вежею на її початку при господарсько-питному водоспоживанні?
9. Чим пояснюється неоднобічний ухил п’єзометричної лінії в мережі з контррезервуаром при господарсько-питному водоспоживанні в годину максимального водорозбору?
10. В яких межах може змінюватись напір в системі з контррезервуаром при господарсько-питному водоспоживанні в умовах нормальної роботи системи?