

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1-2

Тема: Проектування мережі водовідведення

Мета заняття: закріпити навички роботи з нормативною літературою, пошуку необхідних параметрів для розрахунку каналізаційної мережі, навчитись визначати параметри роботи каналізаційної мережі, враховуючи особливості режиму її роботи.

Питання для самоконтролю

1. Назвати головні причини засмічення каналізаційних трубопроводів.
2. Які фактори слід враховувати при проектування та реконструкції каналізаційних мереж?
3. Труби якого діаметру засмічуються найчастіше?
4. Як на частоту забивання трубопроводів впливають їх ухили?

Завдання 1. Запроектувати за діючими нормативами трубопровід для транспортування стічних вод від району з кількістю мешканців "N" при нормі водовідведення "n" (таблиця А1 додатку А).

Завдання 2. Для цього ж району перерахувати мережу, виходячи з режиму розмивання осаду. Для розрахунків прийняти, що мінімальна денна витрата є близькою до середньої витрати за добу.

Завдання 3. Розрахувати припустиме падіння рівня води у споруді із залізобетону при гідравлічних іспитах, враховуючи випаровування. Вихідні дані наведені у табл. А2 додатку А.

Завдання 4. Визначити, на скільки може змінитися показ лічильника води при гідравлічному іспиті напірного та безнапірного трубопроводу.

Методичні рекомендації Мережі зовнішньої каналізації потребують удосконалення в таких напрямках:

- зменшення частоти засмічувань. Це потребує обов'язкового забезпечення режиму самоочищення в трубопроводах, а також правильного вибору діаметра труб;
- попередження передчасного руйнування внаслідок абразивної та хімічної дії компонентів стічних вод. Вирішення проблеми – у використанні нових абразивно- та хімічно- стійких матеріалів;
- прискорення аварійно-відновлювальних робіт на мережах каналізації за рахунок використання новітніх матеріалів і технологій, що виключає риття траншей;
- зменшення шкідливого впливу на водойми поверхневого стоку. Будівельні норми [10] передбачають очистку не менш 70% поверхневого стоку, що досягається проектуванням напівроздільної системи водовідведення, або реконструкцією існуючих мереж у напівроздільну систему чи в систему з локальною очисткою

поверхневого стоку. Важливими елементами при вирішенні цього питання є камери розподілу та зливоспуски різних конструкцій.

При розв'язанні завдань 3 та 4 треба враховувати, що припустима втрата води за добу становить 3 л на 1 м² змоченої поверхні без врахування випаровування.

Кількість води, що випаровується, G , т за добу, визначається за формулою (1):

$$G = 0.001 * K * (P_2 - P_1) * F * 24, \quad (1)$$

де F – площа дзеркала води, м²;

P_2 – парціальний тиск насиченої водяної пари при температурі поверхні води, що випаровується, мм рт.ст.;

P_1 – парціальний тиск водяної пари у повітрі, мм рт.ст., визначається за рис.1 і 2;

K – коефіцієнт випаровування, визначається за формулою (2):

$$K = 0.022 + 0.0174 * v, \quad (2)$$

де v – швидкість вітру, м/с.

Приклади розв'язування завдань.

Завдання 1.

Вихідні дані: кількість мешканців $N=3000$; норма водовідведення $n=210$ л за добу з га.

1. Визначити середню витрату стічних вод:
- 2.

$$\bar{q} = \frac{n \times N}{86400} = \frac{3000 \times 210}{86400} = 7.3 \text{ л/с}.$$

2. За [1], використовуючи формулу адитивності, знайти коефіцієнт нерівномірності

$$K = 2.5 + \frac{2.1 - 2.5}{10 - 5} \times (7.3 - 5) = 2.32.$$

3. Знайти максимальну витрату
- 4.

$$q = \bar{q} \times K = 7.3 \times 2.32 = 16.9 \text{ л/с}.$$

4. Призначити діаметр труби

$$d = 200 \text{ мм.}$$

5. За [10] нормативне наповнювання становить $h/d=0.6$. За [2] для цього наповнювання гідравлічний радіус та змочений перетин становлять:

$$R = 0.2776 * d = 0.2776 * 0.2 = 0.0555 \text{ м,}$$

$$\omega = 0,4920 \cdot d^2 = 0,4920 \cdot 0,2^2 = 0,0197 \text{ м}^2.$$

5. Визначити мінімальну швидкість, наприклад, за формулою Федорова [3]:

6.

$$v_{\min} = 1.57 \times \sqrt[n]{R}, \quad (3)$$

$$\text{де } n = 3.5 + 0.5R = 3.5 + 0.5 \cdot 0.0555 = 3.52775.$$

$$v_{\min} = 1.57 \times \sqrt[3.52775]{0.055} = 0.689 \text{ м/с}.$$

7. Визначити фактичну швидкість за рівнянням нерозривності потоку:

8.

$$v = \frac{q}{\omega} = \frac{16.9 \times 10^{-3}}{0.0197} = 0.86 \text{ м/с}.$$

9. Визначити ухил, з яким слід укласти трубу, за відомими рівняннями, наприклад, Шезі-Манінга [8]:

10.

$$i = \frac{v^2}{c^2 \times R}, \quad (4)$$

$$c = \frac{R^{0.17}}{n}, \quad (5)$$

де n – коефіцієнт шорсткості труби, $n = 0,013$.

$$c = \frac{0.055^{0.17}}{0.013} = 46.98; \quad i = \frac{0.86^2}{46.98^2 \times 0.0555} = 0.006.$$

Завдання 2.

1. Діаметр труби в даному випадку змінити неможливо, бо це мінімальний діаметр.

2. Приймаючи для розрахунків розрахункову витрату як мінімальну у денний період, і швидкість у першому наближенні $v = 0.86 \text{ м/с}$, визначимо відповідну площу змоченого перетину

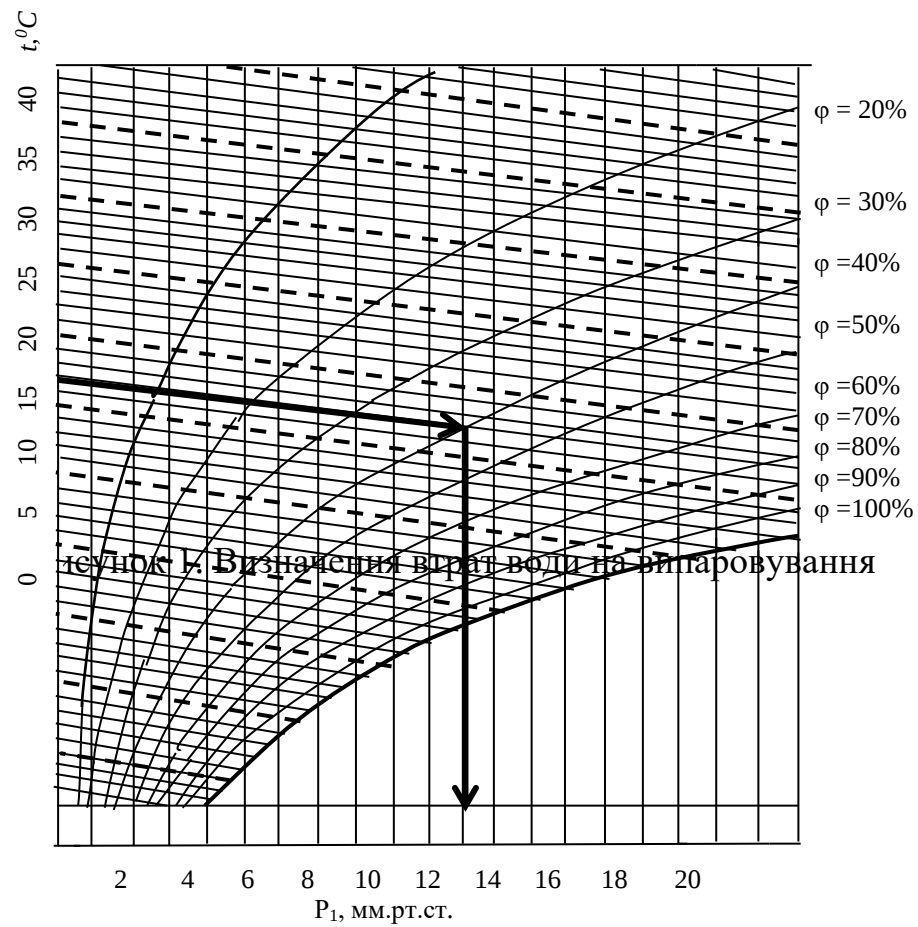
$$\omega = q/v, \quad (6)$$

$$\omega = 0.0073 / 0.86 = 0.0085 \text{ м}^2$$

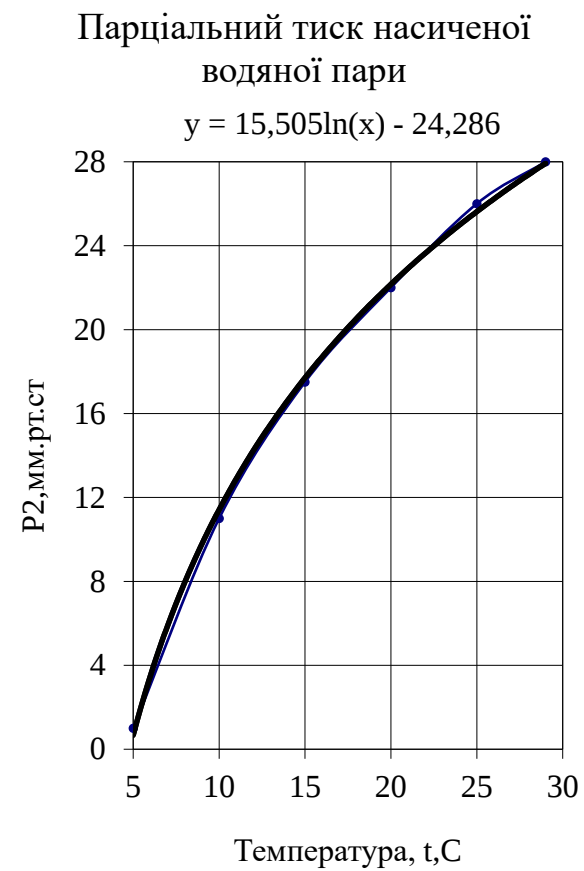
3. Із формули $\omega = k \cdot d^2$ знаходимо значення $k = 0.0085 / 0.04 = 0.2122$.

За [8] для наведеного k знаходимо інтерполяцією відносне наповнювання h/d і гідравлічний радіус R .

$$h/d = 0.35 - \frac{0.35 - 0.3}{0.2456 - 0.1982} \times (0.2122 - 0.1982) = 0.3352$$



Рис



ри

$$R = 0.1935 - \frac{0.1935 - 0.1709}{0.35 - 0.3} \times (0.35 - 0.3352) = 0.1868.$$

4. Абсолютний рівень води становить $H = 0.2 \times 0.3352 = 0.067$ м.

5. Розраховуємо перше наближення уточненої швидкості:

$$v = 2.5 \times \sqrt{\frac{2 \times g \times (\rho_1 - \rho) \times k}{3.5 \times \rho}} \times \left(\frac{H}{k_5} \right)^{1/12} \times \lg \frac{8.8 \times H}{k_5} \quad (7)$$

де ρ_1, ρ - густина відповідно піску та води, кг/м³;

k - середній розмір частинок піску;

k_5 - розмір частинок піску, менше якого в стічних водах міститься 5% осаду.

Приймаємо $\rho_1 = 2650$; $\rho = 1000$; $k = 1.04$ мм; $k_5 = 3.05$ мм.

$$v = 2.5 \times \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times (2650 - 1000) \times 1.04 \cdot 10^{-3}}{3.5 \times 1000}} \times \lg \left(\frac{8.8 \times 0.067}{3.05 \cdot 10^{-3}} \right) \times \left(\frac{0.067}{3.05 \cdot 10^{-3}} \right)^{1/12} = 0.72 \text{ м/с.}$$

6. Друге наближення.

Визначається площа поперечного перетину за зміненою швидкістю:

$$\omega = q/v = 0.0073/0.72 = 0.01014 \text{ м}^2.$$

Із формули $\omega = k \cdot d^2$ знаходимо значення $k = 0.01014/0.04 = 0.25347$.

По таблицях Лукіних [2] для наведеного k знаходимо інтерполяцією відносно наповнювання $h/d = 0.3587$ і гідравлічний радіус $R = 0.1971$.

Тоді абсолютне наповнювання становить $H = 0.3587 \times 0.2 = 0.0717$ м.

Підставляючи отримане значення H , розраховуємо швидкість, що забезпечує повне розмивання осаду. $v = 0.737$ м/с.

Порівнюючи з попередньою швидкістю, можна зробити висновок, що відхилення несуттєве, тобто подальші розрахунки недоцільні.

$$\Delta = \frac{0.737 - 0.72}{0.72} \times 100 = 2.4\%.$$

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5 – 75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди: Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство України, 2013. 219 с. <https://armis.com.ua/docs/dbn/102.1.-DBN-V.2.5-75-2013-Kanalizatsiya-Zovnishni-merezhi.pdf>.
2. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. *Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского: справочное пособие*. Москва : Стройиздат, 1974. 156 с.
3. Гіроль М.М., Гіроль А. М., Гіроль А. М. *Технології водовідведення промислових підприємств : підручник*. Рівне : НУВПГ, 2013. 625 с. <https://rozetka.com.ua/104457780/p104457780/>.

Таблиця А.1-Вихідні дані до завдання №1

№ варіанта	Кількість мешканців	Норма водовідведення
1	6300	200
2	9500	250
3	7900	300
4	5500	250
5	9600	230
6	13000	300
7	14200	275
8	17000	300
9	20600	250
10	13000	350