

## **Завдання для самостійного виконання до ЗМ 1**

### **на тему «Розрахунок трубопроводу для транспортування стічних вод заданої продуктивності»**

**Мета виконання завдання:** 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).

**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 м<sup>2</sup> змоченої поверхні [10], 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, м<sup>2</sup>;

$P_2$  – 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**

Завдання 1.

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

1. Визначити середню витрату стічних вод:

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

2. За [5], 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

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

4. Призначити діаметр труби

$$d=200\text{мм.}$$

5.3а [10] нормативне наповнювання становить  $h/d=0.6$ . За [8] для цього наповнювання гідравлічний радіус та змочений перетин становлять:

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

$$\omega=0.4920*d^2=0.4920*0.2^2=0.0197 \text{ м}^2.$$

6. Визначити мінімальну швидкість, наприклад, за формулою Федорова [8]:

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

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

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

7. Визначити фактичну швидкість за рівнянням нерозривності потоку:

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

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

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

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

де  $n$  – коефіцієнт шорсткості труби,  $n=0.013$ .

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

Таблиця -Вихідні дані до завдання

№ варіанта	Кількість мешканців	Норма водовідведення
1	6300	200
2	9500	250
3	7900	300
4	5500	250
5	9600	230

### Література

1. Айрапетян Т. С. Технологія очистки промислових стічних вод : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2008. 81 с.

URL :

[https://eprints.kname.edu.ua/6208/1/%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B0\\_%D0%BF%D0%BB.2008%2C%D0%BF%D0%BE%D0%B7.112%D0%9B\\_%D0%A2%D0%9E%D0%9F%D0%A1-%D1%83%D0%BA%D1%80.pdf/](https://eprints.kname.edu.ua/6208/1/%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%BB.2008%2C%D0%BF%D0%BE%D0%B7.112%D0%9B_%D0%A2%D0%9E%D0%9F%D0%A1-%D1%83%D0%BA%D1%80.pdf/)

2. Айрапетян Т. С. Спецкурс з очистки стічних вод :конспект лекцій. Харків : ХНУМГ, 2014. 90 с.

URL :

[https://eprints.kname.edu.ua/35734/1/2013%2019%D0%9B%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82\\_%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B0%D1%82%D1%8C-%D0%BF%D0%B5%D1%87.pdf](https://eprints.kname.edu.ua/35734/1/2013%2019%D0%9B%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B0%D1%82%D1%8C-%D0%BF%D0%B5%D1%87.pdf).

3. Бодік І., Ріддерстолп П. СТИЙКА САНИТАРІЯ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ТА СХІДНІЙ ЄВРОПІ – відповідаючи потребам малих та середніх населених пунктів. Global Water Partnership Central and Eastern Europe, 2007. 92 с.

URL : [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cee\\_files/regional/sustainable-sanitation-ua.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cee_files/regional/sustainable-sanitation-ua.pdf).

4. Балыгин В. В. Насосы : каталог-справочник. Новосибирск : НГАСУ, 1999. 97 с.

URL: [https://www.studmed.ru/balygin-vv-kryzhanovskiy-an-katalog-spravochnik-nasosov\\_2d89d2cfb55.html](https://www.studmed.ru/balygin-vv-kryzhanovskiy-an-katalog-spravochnik-nasosov_2d89d2cfb55.html).

5. Віжевська Т. В., Ковальчук В.А. Системи водовідведення промислових підприємств : методичні вказівки до практичних занять Рівне : НУВПГ. 40 с.

URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/12900/1/03-06-78%20%20%281%29.pdf>.

6. ДБН В.2.5 – 75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди: Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 219 с. <https://armis.com.ua/docs/dbn/102.1.-DBN-V.2.5-75-2013-Kanalizatsiya-Zovnishni-merezhi.pdf>