

## Практичне заняття

### Моніторинг роботи об'єктів водовідведення

Питання до повторювання

1. Формули для визначення швидкості самоочистки.
2. Реальні режими течії стічних вод у каналах та трубах.

**Мета заняття** – набути навички виконання аналітичного аналізу роботи елементів водовідведення та виконання необхідних розрахунків гідравлічних режимів їх роботи.

Завдання 1. Запроектувати за діючими нормативами трубопровід для транспортування стічних вод від району з кількістю мешканців "N" при нормі водовідведення "n".

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.

#### *Алгоритм рішення і приклад.*

Завдання 1. Кількість мешканців  $N=3000$ ; норма водовідведення  $n=210$  л /доб люд.

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 таблицею 2 [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

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

4. Призначити діаметр труби.

$$d=200\text{мм}$$

5. За [1] нормативне наповнення становить  $h/d=0.6$ . За таблицями [5, табл. 42] для цього наповнення 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. Визначаємо мінімальну швидкість, наприклад, за формулою Федорова

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

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

7. Визначаємо фактичну швидкість за рівнянням нерозривності потоку

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

8. Ухил, з яким слід укласти трубу, розраховуємо за відомими рівняннями, наприклад, Шезі-Манінга

$$i = \frac{v^2}{c^2 \times R} = \frac{0.86^2}{46.98^2 \times 0.0555} = 0.006$$

$$c = \frac{R^{0.17}}{n} = \frac{0.055^{0.17}}{0.013} = 46.98$$

де 0,013 – коефіцієнт шорсткості труби.

Задача 2.

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

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

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

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

За таблицями [5, табл. 42] для наведеного  $k$  знаходимо інтерполяцією відносне наповнення  $h/d$  і гідравлічний радіус  $R$ .

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

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

4. Абсолютний рівень води становить  $H = 0,2 \cdot 0,3352 = 0,067$  м

5. Розраховуємо перше наближення уточненої швидкості

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

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

де  $\rho_1, \rho$  – густина відповідно піску та води, кг/м<sup>3</sup>;  $k$  – середній розмір частинок піску;  $k_5$  – розмір частинок піску, менше якого в стічних водах міститься 5% осаду. Приймаємо  $\rho_1 = 2650$ ;  $\rho = 1000$ ;

$$k = 1.04 \text{ мм}; \quad k_5 = 3,05 \text{ мм.}$$

6. Друге наближення.

Визначаємо площу поперечного перетину за зміненою швидкістю

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

За формулою  $\omega=k*d^2$  знаходимо значення  $k=0.01014/0.04=0.25347$

За таблицями для наведеного  $k$  знаходимо шляхом інтерполяції відносне наповнення  $h/d=0,3587$  та гідравлічний радіус  $R=0,1971$ .

Тоді абсолютне наповнення становить  $H=0,3587*0,2=0,0717$  м.

З урахуванням значення  $H$ , визначається швидкість, за якої відбувається розмив осаду:  $v=0.737$  м/с.

Порівнюючи з попереднім значенням швидкості, можна зробити висновок, що відхилення несуттєве, тобто подальші розрахунки недоцільні.

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

Таблиця 1.-Вихідні дані до практичного заняття

№ 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
11	18000	275
12	5900	220
13	6300	300
14	7600	250
15	10800	230

16	8900	280
17	8650	300
18	10400	350
19	14500	250
20	12100	250
21	10100	300
22	8650	350
23	15700	220
24	12300	280
25	10100	320
26	9800	350
27	14400	300
28	12300	350
29	17300	250
30	16500	320

### **Контрольні питання**

1. Які труби не використовують для мереж водовідведення?
2. Які функції виконує гідротранспорт?
3. Які з властивостей пластмасових труб є найбільш небажаними для прокладання?
4. Від чого залежить глибина прокладання мереж водовідведення?
5. Як виконується керування запірною арматурою на мережах?

### **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 регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 128 с. (Інформація та документація). URL: <https://dbn.co.ua/load/normativity/dbn/1-1-0-1045>
2. Орлов В.О. Водопостачання та водовідведення: підручник. Київ: знання, 2011. 359 с.
3. Ткачук О.А. Міські інженерні мережі : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2015. 412 с.

4. Тугай А.М. Міські інженерні мережі та споруди : підруч. для студентів ВНЗ. Київ : КНУБА, 2016. 287 с.
5. Лукиних. Таблиці для гідравлічного розрахунку каналізаційних труб: двідник, 1984. 116 с.