

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 12

### ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ СКИДАННЯ СТИЧНИХ ВОД У ПОВЕРХНЕВІ ВОДОЙМИ

**Мета роботи:** Навчитись визначати ступінь розбавлення стічних вод перед відведенням їх у водний об'єкт та максимальну граничну концентрацію шкідливої речовини в стоках підприємства.

**Методика розрахунку.** Визначення умов скидання стоків у водні об'єкти та максимальної граничної концентрації шкідливої речовини  $C_{\text{макс}}$ , що допустима в них при надходженні в поверхневі водойми, відбувається за поданою нижче послідовністю.

1. Основне рівняння, що описує умови змішування стічних вод з природними має такий вигляд:

$$qC_{cm} + QC_p = (q + gQ) \times C_{2.0}, \quad (1)$$

звідси

$$C_{2.0} = \frac{qC_{cm} + gQC_p}{q + Q}, \quad (2)$$

де  $q$  і  $Q$  – витрата води у водотоці й витрата стічних вод,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $C_p$  і  $C_{cm}$  концентрація даної шкідливої речовини у водотоці (фонова) і в стоках відповідно;  $g$  – коефіцієнт змішування природної води зі стоками;  $C_{n.0}$  – концентрація даної шкідливої речовини у водоймі перед розрахунковим пунктом водокористування (у загальному випадку це на відстані 1 км нижче за течією).

2. Для того, щоб визначити ступінь очищення або розбавлення стічних вод перед їх відведенням у водний об'єкт, необхідно спочатку розрахувати параметр  $g$  за допомогою рівняння Фролова – Родзіллера, тобто

$$g = \frac{1 - b}{1 + \frac{Q}{q}b}, \quad (3)$$

тут інтегральний коефіцієнт

$$\beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}, \quad (4)$$

$L$  – відстань (м) по фарватеру від місця випуску стічних вод до найближчого

створу водокористування,  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування, його визначають таким чином:

$$\alpha = \xi \cdot \varphi^3 \sqrt{\frac{E}{q}}, \quad (5)$$

де  $\varphi$  – відношення відстаней від між місцем скидання стоків і місцем водокористування по фарватеру і по прямій лінії, передбачають, що параметр  $\xi$  дорівнює 1 та 1,5 в умовах берегового та стриженого скидання стічних вод відповідно;  $E$  – коефіцієнт турбулентної дифузії, який для рівнинних річок визначається за такою формулою:

$$E = \frac{V_{сер} \cdot H_{сер}}{200}, \quad (6)$$

де  $V_{сер}$  – середня швидкість течії річки, м/год;  $H_{сер}$  – середня глибина русла, м.

Остаточна кратність необхідного розбавлення стоків природною водою:

$$n = \frac{g + Q + q}{q}. \quad (7)$$

Для визначення максимальної граничної концентрації шкідливої речовини  $C_{макс}$ , використовується таке рівняння:

$$C_{макс} = \frac{gQ}{q} (C_{гдк} - C_p) + C_{гдк}. \quad (8)$$

### Приклад розв'язування типової задачі

**Задача.** Визначити умови скидання промислових стоків у водні об'єкти та максимальну граничну концентрацію забруднювачів речовин  $C_{макс}$ , що допустима при надходженні в поверхневі водойми.

Таблиця 5 – Вихідні величини для розрахунку параметрів скидання стоків

Концентрація шкідливої речовини $C_{ст}$ , мг/л					Фонова концентрація $C_p$ , мг/л	$q$ , м <sup>3</sup> /с	$Q$ , м <sup>3</sup> /с	$L$ , м	$\xi$	$V_{сер}$ , м/год	$H_{сер}$ , м
феноли	Cr <sup>6+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	нафта	Ni <sup>+</sup>							
0,8	0,06	10	0,5	80,0	0,01 (Cr <sup>6+</sup> )	0,8	0,1	6000	1	1,3	3,0

#### Розв'язування

1. Визначаємо параметр  $\gamma$  за допомогою рівняння Фролова – Родзіллера в такій послідовності:

$$E = \frac{V_{сер} \cdot H_{сер}}{200} = 0,0195; \quad \alpha = \xi \cdot \varphi^3 \sqrt{\frac{E}{q}} = 0,435; \quad \beta = e^{-\alpha} \sqrt[3]{L} = 11,76;$$

$$g = \frac{1-b}{1 + \frac{Q}{q}b} = -4,356.$$

2. Концентрація кожної із шкідливих речовин  $C_{2,d}$  в розрахунковому пункті водокористування має такі значення:

$$\text{для фенолу } C_{2,d} = \frac{qC_{cm} + gQC_p}{q+Q} = \frac{0,8 \times 0,8 - 4,356 \times 0,1 \times 0}{0,8 + 0,1} = 0,711 \text{ мг/л};$$

$$\text{для Cr}^{+6} \quad C_{2,d} = \frac{qC_{cm} + gQC_p}{q+Q} = \frac{0,8 \times 0,06 - 4,356 \times 0,1 \times 0,01}{0,8 + 0,1} = 0,049 \text{ мг/л};$$

$$\text{для Zn}^{2+} \quad C_{2,d} = \frac{qC_{cm} + gQC_p}{q+Q} = \frac{0,8 \times 10 - 4,356 \times 0,1 \times 0}{0,8 + 0,1} = 8,89 \text{ мг/л};$$

$$\text{для нафти } C_{2,d} = \frac{qC_{cm} + gQC_p}{q+Q} = \frac{0,8 \times 0,5 - 4,356 \times 0,1 \times 0}{0,8 + 0,1} = 0,444 \text{ мг/л};$$

$$\text{для Ni}^{+} \quad C_{2,d} = \frac{qC_{cm} + gQC_p}{q+Q} = \frac{0,8 \times 80,0 - 4,356 \times 0,1 \times 0}{0,8 + 0,1} = 71,11 \text{ мг/л}.$$

3. Визначаємо максимальну граничну концентрацію кожної із перелічених вище шкідливих речовин, а саме:

$$\text{для фенолу } C_{ст.пр} = \frac{gQ}{q} (C_{здк} - C_p) + C_{здк} = \frac{-4,356 \times 0,1}{0,8} (0,001 - 0) + 0,001 = 0,45 \text{ мкг/л};$$

$$\text{для Cr}^{+6} \quad C_{ст.пр} = \frac{gQ}{q} (C_{здк} - C_p) + C_{здк} = \frac{4,356 \cdot 0,1}{0,8} (0,05 - 0,01) + 0,05 = 0,028 \text{ мг/л};$$

$$\text{для Zn}^{2+} \quad C_{ст.пр} = \frac{gQ}{q} (C_{здк} - C_p) + C_{здк} = \frac{4,356 \cdot 0,1}{0,8} (1,0 - 0) + 1,0 = 0,4555 \text{ мг/л};$$

$$\text{для нафти } C_{ст.пр} = \frac{gQ}{q} (C_{здк} - C_p) + C_{здк} = \frac{4,356 \cdot 0,1}{0,8} (0,1 - 0) + 0,1 = 0,046 \text{ мг/л};$$

$$\text{для Ni}^{+} \quad C_{ст.пр} = \frac{gQ}{q} (C_{здк} - C_p) + C_{здк} = \frac{4,356 \cdot 0,1}{0,8} (0,1 - 0) + 0,1 = 0,046 \text{ мг/л}.$$

### **Контрольні завдання**

1. Визначити кратність необхідного розбавлення стічних вод природною водою.

2. Обчислити концентрацію забруднювачів у водоймі перед розрахунковим пунктом водокористування.

3. Розрахувати максимальну граничну концентрацію забруднювачів у стоках підприємства.

Варіанти для виконання завдання наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Вихідні дані для визначення умов спуску стічних вод

Показник	Позначення	Значення для розрахунку	Одиниця виміру
Концентрація фенолу в стоках підприємства	$C(\text{фен})$	$0,1 \cdot N_{\text{вар}}$	мг/л
Концентрація хрому в стоках підприємства	$C(\text{Cr}^{+6})$	$0,01 \cdot N_{\text{вар}}$	мг/л
Концентрація цинку в стоках підприємства	$C(\text{Zn}^{2+})$	$N_{\text{вар}}$	мг/л
Концентрація нафти в стоках підприємства	$C(\text{наф})$	$0,5 \cdot N_{\text{вар}}$	мг/л
Концентрація нікелю в стоках підприємства	$C(\text{Ni}^{+})$	$10 \cdot N_{\text{вар}}$	мг/л
Значення коефіцієнта для різних видів скидання стічних вод (берегове – 1, стрижневе – 1,5)	$\xi$	Для парних номерів варіанта – берегове, для непарних – стрижневе	–

*Примітка.* Значення змінної  $N_{\text{вар}}$  відповідає порядковому номеру студента в списку академічної групи.

Решту параметрів для розрахунку обираємо з вихідних даних в умовах дорозв'язування типової задачі.

### ***Питання для самоконтролю***

1. Яке явище характеризує коефіцієнт турбулентної дифузії забруднювачів у водоймах?
2. Яким чином визначають ступінь розбавлення стоків природною водою перед їх відведенням у водний об'єкт?
3. Які дані використовують для визначення максимальної граничної концентрації шкідливої речовини в стічних водах?