

2. РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО ОБ'ЄКТУ ЗВОРОТНИМИ ВОДАМИ ДЛЯ ОКРЕМОГО ЗОСЕРЕДЖЕНОГО ВИПУСКУ

2.1. Розрахунок коефіцієнту змішування зворотних вод з водою водного об'єкту та кратності розведення зворотних вод

Стислі теоретичні відомості

При скиді зворотних вод у водний об'єкт не має місце їх повне змішування. Фактично у цьому процесі приймає участь тільки частина води водного об'єкту. Ступінь змішування залежить від співвідношення витрат річної та стічної води, від швидкості течії водного об'єкту, його глибини, звивистості, типу скиду стоків та відстані від місця скиду до розрахункового створу і визначається за формулою В.А. Фролова та І.Д. Родзіллера:

$$a = \frac{1 - e^{-a \cdot \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-a \cdot \sqrt[3]{L}}} \quad (1)$$

α – коефіцієнт змішування, що показує яка частина природної води приймає участь у розбавленні скинутої кількості зворотної води на відрізку довжиною L ;

L – відстань по фарватеру від місця скиду зворотних вод до розрахункового створу, м;

Q – розрахункова середньогодинна витрата води водного об'єкту найбільш мілководного місяця з 95 % забезпеченістю стоку, м³/год;

q – середньогодинна витрата стічної води, що визначається вимірами або за розрахунком, м³/год;

e – основа натурального логарифму;

α - коефіцієнт, який враховує вплив гідравлічних факторів змішування стічних вод з природними і розраховується за формулою:

$$a = j \cdot x \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}} \quad (2)$$

Φ - коефіцієнт звивистості водного об'єкту (співвідношення довжини між двома пунктами по фарватеру до довжини по прямій);

ξ - коефіцієнт, який залежить від місця скиду стічних вод ($\xi=1$ для берегового скиду, $\xi=1.5$ для скиду у фарватер);

q – витрата стічної води, м³/с;

E – коефіцієнт турбулентної дифузії

Для рівнинних річок:

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200} \quad (3)$$

V_{cp} – середня швидкість води водного об'єкту, м/с;

H_{cp} – середня глибина водойми, м.

При розрахунках необхідно визначити кратність розведення стічних вод водою водного об'єкту, яка показує у скільки разів стічні води розводяться водою водного об'єкту за час їх руху до розрахункового створу.

Кратність розведення n визначається за формулою:

$$n = \frac{a \cdot Q + q}{q} \quad (4)$$

Рекомендації щодо виконання підрозділу курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків розміщені в табл. 2.1.

2.2. Розрахунок максимально допустимої концентрації токсичних, завислих речовин в очищених зворотних водах

Стислі теоретичні відомості

Оскільки головним критерієм при визначенні ГДС є забезпечення величини ГДК розрахункового інградієнту у

заданому контрольному створі водного об'єкту, то вихідними даними є величини максимально допустимих концентрацій домішок у зворотних водах.

Основна розрахункова формула для визначення максимально допустимої концентрації домішок $C_{СТ}$, мг/л, г/м³, має вигляд:

$$C_{ст} = n(ГДК - C_{\phi}) + C_{\phi} = (n-1)(ГДК - C_{\phi}) + ГДК \quad (5)$$

ГДК – гранично допустима концентрація домішки у воді, мг/л, г/м³;

C_{ϕ} – фонові концентрації домішки вище скиду зворотньої води, мг/л, г/м³;

n – кратність розведення зворотних вод у водоймі.

По цій формулі розраховують, при якій максимально допустимій концентрації домішок зворотні води з витратою q можуть бути скинуті у даний водний об'єкт при витраті природної води Q , коефіцієнті змішування α без порушення умов водокористування. Скид зворотних вод з концентрацією домішок, що не перевищує $C_{СТ}$ теоретично гарантує, що якість води у контрольному створі буде відповідати нормативним вимогам.

Фактор розведення при розрахунку $C_{СТ}$ приймається до уваги лише при нормуванні тих домішок, фонові концентрації яких не перевищують встановлені для них ГДК.

Гранично допустима кількість завислих речовин в очищених зворотних водах визначається за формулою:

$$C_{СТ}^{розр} = C_{доп} \cdot n + C_{\phi} \quad (6)$$

$C_{доп}$ – допустиме за санітарними правилами збільшення концентрації завислих речовин у водоймі після скиду зворотних вод.

При наявності у зворотних і природній водах кількох (N) забруднюючих речовин однонаправленої токсичної дії необхідно

зробити перевірку за формулою, яка відображає закономірність сумачії ефекту дії:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \frac{C_N}{ГДК_N} \leq 1 \quad (7)$$

Якщо нерівність не дотримується, необхідно передбачити заходи по очищенню зворотних вод, що скидаються у водойму по будь-якій з шкідливих речовин в залежності від наявності ефективного методу, але з таким розрахунком, щоб сума часток гранично допустимих концентрацій не перевищувала одиницю.

Ступінь очищення води на очисних спорудах визначається за формулою:

$$Z = \frac{C_0 - C_{СТ}^{розр}}{C_0} \cdot 100\% \quad (8)$$

C_0 – початкова концентрація забруднення у воді, що підлягає очищенню, перед очисними спорудами.

Рекомендації щодо виконання підрозділу курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків розміщені в табл. 2.1, 2.2. Отримані результати зводять у колонку 5 табл. 2.2.

Таблиця 2.1. Вихідні дані для визначення коефіцієнту змішування, кратності розведення, констант реаерації та константи швидкості споживання кисню стічною водою.

№	Витрата води водного об'єкту, Q , $\text{м}^3/\text{с}$	Витрата стічної води, q , $\text{м}^3/\text{с}$	Середня швидкість течії водного об'єкту, $V_{\text{ср}}$, $\text{м}/\text{с}$	Середня глибина водного об'єкту, $H_{\text{ср}}$, м	Середня температура води водного об'єкту влітку, T , $^{\circ}\text{C}$	Коефіцієнт звивистості, ϕ	Коефіцієнт, що враховує місце скиду, ξ	Відстань від місця скиду до контрольного створу, L , км
1	30	0.6	0.64	1.2	15	1.0	1.0	35.0
2	20	0.5	0.64	1.2	15	1.0	1.5	0.5
3	30	0.6	0.6	1.0	15	1.2	1.0	35.0
4	20	0.5	0.6	1.0	15	1.2	1.5	0.5
5	0.8	0.18	0.2	0.3	12	1.0	1.0	10.0
6	0.6	0.14	0.25	0.38	12	1.0	1.5	10.0
7	0.8	0.18	0.2	0.3	12	1.2	1.0	0.5
8	0.6	0.14	0.25	0.38	12	1.2	1.5	0.5
9	1.2	0.2	0.53	0.9	9	1.0	1.0	20.0
10	1.4	0.3	0.4	1.2	9	1.0	1.0	0.5
11	1.2	0.2	0.53	0.9	9	1.2	1.5	20.0
12	1.4	0.3	0.4	1.2	9	1.2	1.5	0.5
13	1.7	0.05	0.5	1.4	10	1.0	1.5	5.0
14	1.7	0.025	0.6	1.0	10	1.0	1.5	0.5
15	1.7	0.05	0.5	1.4	10	1.2	1.0	5.0
16	1.7	0.025	0.6	1.0	10	1.2	1.0	0.5
17	1.5	0.08	0.45	2.0	18	1.0	1.5	2.0
18	1.6	0.07	0.4	1.5	18	1.0	1.5	0.5
19	1.5	0.08	0.45	2.0	18	1.2	1.0	2.0
20	1.6	0.07	0.4	1.5	18	1.2	1.0	0.5
21	10	0.4	0.2	0.3	13	1.0	1.5	1.0
22	10	0.5	0.3	0.2	13	1.0	1.5	1.0
23	12	0.6	0.2	0.3	13	1.2	1.0	0.5
24	12	0.5	0.3	0.2	13	1.2	1.0	0.5
25	12	0.5	0.2	0.5	13	1.0	1.5	8.0
26	0.8	0.1795	0.2	0.3	14	1.2	1.5	0.5

Таблиця 2.2. Вихідні дані для визначення допустимих концентрацій домішок у стічних водах $C_{СТ}$, необхідного ступеню очищення Z , величини ГДС та прогнозних значень концентрації домішок у контрольному створі $C_{СТ}^{пр}$

Показники складу зворотних вод	ГДК, мг/л	Фонова концентрація $C_{ф}$, мг/л	Концентрація домішки за технологічною схемою, $C_{технол}$, мг/л	Максим. допустима концентрація домішок, $C_{СТ}$, мг/л	Концентрація домішки для визначення ГДС, $C^{ГДС}$ мг/л	ГДС, г/год	Концентрація домішок у контрольному створі, $C_{СТ}^{пр}$, мг/л
1	2	3	4	5	6	7	8
Завислі речовини	0.25	12.6	9.0				
БСК	3.0	10.6	4.8				
Хлориди	300.0	23	300				
Сульфати	100.0	38	200				
Мінералізація	1000	337	1000				
Азот амонійний	0.5	0.5	7				
Азот нітритів	0.08	0.02	0.1				
Азот нітратів	40.0	0.2	1.5				
Залізо	0.5	0.14	--				
ХСК	30.0	24.5	--				
Нафто продукти	0.05	0.07	--				
СПАР	0.1	0.15	--				
Феноли	0.001	0.005	--				