

Тема. Самоочищення водойм

Мета лекційного заняття - ознайомлення з основними процесами самоочищення водойм та їх класифікації по видам водокористування.

1. ВОДОЙМА ЯК ПРИЙМАЧ СТИЧНИХ ВОД

1.1 Самоочищення водойм. Випуск стічних вод у водойми приводить до зміни фізичних і хімічних показників води. Наприклад, плівка нафтопродуктів перекриває дифузію кисню у воду, надає присмак м'ясу риби; скидання забруднень, що легко окисляються, приводить до зменшення вмісту кисню, заморів риби, відмиранню рослинності. Радіоактивні речовини вбивають усе живе й т.д. Таким чином, неконтрольоване забруднення водойм приводить до обмеження прав інших водокористувачів і навіть до втрати водойми як природного ресурсу.

Тривалі спостереження за водоймами показали, що, незважаючи на численні їхні природні забруднення й навіть інтенсивне втручання людини, більшість водойм залишаються відносно чистими, придатними для існування живих організмів. Це відбувається в результаті процесів самоочищення. Самоочищення включає фізичні, хімічні й біологічні процеси, що одночасно протікають у водоймах.

Фізичні процеси: змішання й розведення стічних вод водами водойми, осадження зважених речовин на дно водойми, сорбція твердими частками (неживими й живими) деяких розчинених або колоїдних забруднень.

Хімічні процеси: взаємна нейтралізація кислот і луг, гідроліз солей важких металів із наступним осіданням, окислювально-відновні реакції, процеси комплексоутворення.

Біологічні процеси: асиміляція забруднень, в основному органічного походження, на енергетичні потреби й нарощування біомаси живих організмів. З живих організмів, що населяють водойми, найважливішу роль грають сапрофітні мікроби.

Самоочисна спроможність водойм велика, але не безмежна.

Самоочисна спроможність водойми залежить від багатьох факторів – об'єму річкового стоку, швидкості потоків, хімічного складу води, температури й ін. Урахувати їх усі складно при прогнозуванні оптимальних санітарних пропусків. Тому санітарні норми вимагають гранично мінімального вмісту забруд-

нень в очищених стічних водах, що скидають у водойми. Однак, у ряді випадків, глибоке очищення дуже дороге, принаймні, дорожче, ніж розведення стічних вод, що пройшли менш глибоке очищення, річковою водою (тим самим доводячи вміст забруднень до того ступеня, коли можливе самоочищення водойми).

1.2 Процеси змішування й розведення води у водоймі. При визначенні ступеня змішування в розрахунок приймається не вся витрата води ріки через те що поблизу випуску стічних вод ще не може бути повного змішування – воно відбувається на деякій відстані від місця випуску.

Для обрахунку витрати річкової води, що приймає участь у процесі змішування, вводиться коефіцієнт змішування (a), який показує яка частина витрати ріки змішується зі стічною водою в даному створі.

Для проточних водойм коефіцієнт змішування визначають за формулою Фролова – Родзіллера:

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

де Q - витрата річкової води 95 % забезпеченості в створі ріки біля місця випуску стічних вод, м³/с;

q - витрата стічних вод, м³/с;

L - довжина русла від місця випуску стічних вод до розрахункового створу (найближчого пункту водокористування) за течією ріки, м;

e - основа натурального логарифма;

α - коефіцієнт, що враховує гідравлічні фактори ріки, визначається за формулою:

$$\alpha = \varphi \sqrt[3]{\xi/E} q \quad (2)$$

де φ - коефіцієнт звивистості ріки, дорівнює відношенню відстані від місця випуску стічних вод до розрахункового створу по фарватеру до відстані між цими пунктами по прямій:

$$\varphi = \frac{L_\phi}{L_{np}} \quad (3)$$

ξ - коефіцієнт, що враховує місце розташування випуску (береговий $\xi=1$, русловий $\xi=1,5$);

E - коефіцієнт турбулентної дифузії, визначається за формулою:

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp} \cdot g}{2 \cdot m \cdot C} \quad (4)$$

де V_{cp} - середня швидкість плинину ріки на ділянці між випуском і розрахунковим створом;

H_{cp} - середня глибина ріки на ділянці;

m - коефіцієнт Бусинського; може бути прийнятий $m=24$;

C - коефіцієнт Шезі;

$$C = \frac{\sqrt[6]{H_{cp}}}{n} \quad (5)$$

n – коефіцієнт шорсткості, залежить від характеристики русла.

З достатнім ступенем точності коефіцієнт турбулентної дифузії можна розрахувати за спрощеною формулою

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

Якщо шлях змішання складається з декількох ділянок зі значеннями швидкості й глибини, що різко відрізняються, коефіцієнт турбулентної дифузії розраховують як середню зважену

$$E = \frac{\sum V_i \cdot H_i \cdot l_i}{200 \cdot \sum l_i} \quad (7)$$

де l_i - довжина ділянки.

Для практичних цілей відстані до розрахункового створу варто визначати таким чином, щоб $a=0,9$ або $0,95$, тобто в яким стічні води змішувалися б з 90 % або 95 % витратою води ріки.

Для визначення кратності розведення в розрахункових створах користуються формулою:

$$n = (aQ + q) / q \quad (8)$$

Розрахунок розведення стічних вод у непротічних водоймах (озерах і водоймищах) роблять за формулою Н. Н. Лапшова:

$$n_{noc} = \frac{q + 0.0118H^2}{q + 0.00118H^2} \quad (9)$$

де q – витрата стічних вод, m^3/c ; H – глибина водойми, м.

1.2.3 Окислюваність забруднень стічних вод. Процеси самоочищення водойм, а також очищення стічних вод від забруднень у спеціальних

спорудах під дією мікроорганізмів полягають у руйнуванні органічних речовин, а точніше в окислюванні їх, або, інакше кажучи, мінералізації.

Складні органічні речовини в результаті біохімічних процесів розпадаються до простих: CO_2 і H_2O .

Мікроорганізми використовують органічні речовини як пластичний матеріал для побудови тіла (оболонка, плазма) і на енергетичні потреби.

За способом дихання розрізняють 2 групи мікроорганізмів:

- аеробні – мають потребу в кисні;
- анаеробні – не мають потреби в кисні.

При аеробних процесах відбувається окислювання органічних речовин до простих мінеральних:



При анаеробних процесах протікають не тільки окислювальні процеси (за рахунок використання зв'язного кисню), але й відновлювальні, з утворенням CH_4 , NH_3 , H_2 .

Ступінь забруднення як стічних вод, так і водою органічними речовинами може бути визначена по кількості кисню, спожитого на біологічне окислювання цих речовин (забруднень) у процесі життєдіяльності аеробних бактерій. Величина ця зветься біологічною потребою в кисні (БПК) і чисельно виражається концентрацією кисню в мг/л або г/м³.

Таким чином, БПК показує кількість кисню, необхідного на окислювання колоїдних і розчинених забруднень, а також тієї частини твердих, які не затримані у відстійнику. Чим більше величина БПК, тим більший уміст органічних забруднень.

БПК визначають у пробі, вистояній 2 години. БПК необхідне для розрахунку аеротенків, а до них стічні води надходять після 2-годинного відстоювання, тому при необхідності визначають БПК збовтаної проби.

Пробу стічної води розбавляють дистильованою водою таким чином, щоб кисню, що втримується в пробі, вистачило на окислювання органічних речовин. Приготовлену пробу розливають у склянки із притертими пробками й поміщають у термостат при 20 ± 1 °С.

Повна БПК визначається при появі в пробі 0,1 мг/л нітритів. Зазвичай це відбувається через 15...30 діб.

Для контролю за процесом біологічного очищення визначають БПК за 20 діб (БПК₂₀). Для багатьох видів стічних вод БПК₂₀ ≈ БПК_{повн}.

Хід окислювання йде нерівномірно: спочатку дуже інтенсивно, а потім уповільнюється. За першу добу споживається 20 % кисню, за 5 діб – 68 %.

Для більш оперативного контролю експлуатації очисних споруд часто визначається БПК за 5 діб (БПК₅). Допускається при розрахунках приймати БПК_{повн} = 1,43 БПК₅.

Повне БПК або БПК₂₀ для вистояної побутової стічної води становить 40...50 г кисню на 1 особу за добу.

БПК₂₀ і БПК_{повн} не повною мірою визначають загальну масу органічних речовин, що містяться в стічній воді, тому що не враховуються органічні речовини, які йдуть на приріст бактерій, і, головним чином, стійкі органічні речовини, що не руйнуються біологічним процесом, особливо виробничі хімічні речовини.

Для більш повної оцінки вмісту органічних речовин у стічній воді, особливо якщо вона містить виробничі стічні води, визначають хімічну потребу кисню (ХПК). Руйнують органічні забруднення (окислюють) хімічними реагентами-окислювачами – йодатами, солями хромової кислоти, перманганатом калію (так зване йодатне, біхроматне або перманганатне окислювання). В умовах хімічного окислювання відбувається більше повне руйнування органічних речовин. Так, для побутових стічних вод БПК₂₀ становить 86 % ХПК, а багато виробничих стічних вод мають ХПК, що перевищує БПК на 50 % і більше.

1.4 Споживання й розчинення кисню. Для нормального процесу самоочищення водойми необхідні певні умови, головне – наявність запасу розчиненого кисню після спуску стічної води.

У водоймі одночасно протікають два процеси – споживання кисню на мінералізацію органічних речовин і поповнення його за рахунок розчинення кисню повітря (реаерація).

Процес споживання кисню визначається рівнянням:

$$L_{ex} = L_{en} \cdot 10^{-K_1 t} \text{ або } \lg \frac{L_{ex}}{L_{en}} = -K_1 t \quad (11)$$

Час, необхідний для зменшення БПК до якоїсь кінцевої величини

$$t = \frac{1}{K} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}} \quad (12)$$

Із цієї формули видно, що повне окислення неможливе за реальний проміжок часу.

Процес реаерації визначається рівнянням:

$$D_t = D_a \cdot 10^{-K_2 t} \text{ або } \lg \frac{D_t}{D_a} = -K_2 t \quad (13)$$

де L_{en} - БПК_{повн} у початковий момент споживання кисню, мг/л;

L_{ex} - БПК_{повн} по закінченні часу t , мг/л;

D_a - дефіцит розчиненого кисню в початковий момент у місця випуску стічних вод, мг/л;

D_t - дефіцит розчиненого кисню по закінченні часу t , мг/л;

K_1 - константа швидкості споживання кисню (БПК) при даній температурі води;

K_2 - константа реаерації кисню при даній температурі води;

t - час споживання й реаерації кисню, доба.

Константа швидкості окислювання (споживання) кисню залежить від температури, збільшуючись з її підвищенням. Емпіричним шляхом знайдено, що ця зміна може бути виражена формулою:

$$K_{1(t_2)} = K_{1(t_1)} \cdot 1,047^{t_2 - t_1} \quad (14)$$

де $K_{1(t_1)}$ й $K_{1(t_2)}$ - значення константи K_1 при температурі t_1 і t_2 .

Це співвідношення справедливо для температури від 10 до 30 °С.

У лабораторних умовах визначають при 20 °С, тому практично формула здобуває вид:

$$K_{1(t_2)} = K_{1(20^\circ)} \cdot 1,047^{t_2 - 20} \quad (15)$$

Для суміші стічних і річкових вод $K_1 \approx 0,1$. K_2 також залежить від температури й у середньому може бути прийнята 0,2 при 20 °С.

При одночасній дії обох процесів у взаємно протилежних напрямках остаточна швидкість зміни дефіциту кисню може бути виражена рівнянням балансу кисню:

$$\frac{dD_t}{dt} = K_1 L_{ex} - K_2 D_t \quad (16)$$

Після інтегрування одержимо рівняння дефіциту кисню по закінченні часу t (рівняння Стріттера-Фелпса):

$$D_t = \frac{K_1 L_{en}}{K_2 - K_1} (10^{-K_1 t} - 10^{-K_2 t}) + D_a \cdot 10^{-K_2 t} \quad (17)$$

Припустимий мінімум кисню у водоймі встановлюється санітарними правилами.

Кисневий режим ріки залежить від температури. При підвищенні температури швидкість споживання

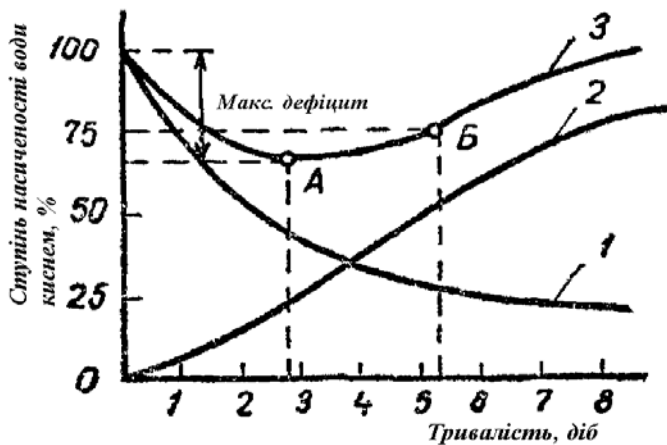


Рисунок 1 – Схема зміни кисневого балансу
1- ступінь споживання кисню без реаерації по рівнянню 1.11, 2-процес реаерації по рівнянню 1.13; 3 - те ж, по рівнянню 1.17: А— критична точка максимального дефіциту кисню; Б— точка максимальної швидкості відновлення кисню

зростає, а через те що швидкість реаерації при цьому майже не міняється, то влітку мінімум умісту кисню настає швидше й уміст кисню в ріці буде менше, до того ж розчинність кисню влітку зменшується. Тому зимові умови при відкритому руслі краще. Крижаний покрив припиняє реаерацію й уміст розчиненого кисню може сильно зменшитися, що часто призводить

до замору риби.

Перетворюючи рівняння Стріттера-Фелпса, можна визначити час, через який уміст кисню у водоймі стане мінімальним.

$$t_{кр} = \frac{\lg \left[\frac{K_2}{K_1} \left(1 - \frac{D_a (K_2 - K_1)}{K_1 \cdot L_{en}} \right) \right]}{K_2 - K_1} \quad (18)$$

На рисунку 1.4 показана схема зміни кисневого балансу при одночасному протіканні процесів споживання й розчинення кисню. Як видно з малюнка, загальний уміст розчиненого кисню спочатку падає до певного мінімуму (пункт найбільшого забруднення), а потім, приблизно із четвертого дня, починає зростати. Місце найменшого вмісту кисню на кривій 3 зветься точкою кисневого прогину (критична точка).

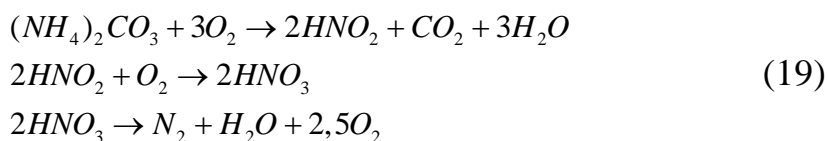
1.5 Нітрифікація й денітрифікація. У стічних водах під дією аеробних мікроорганізмів – бактерій, що нітрифікують, – відбувається окислювання азоту амонійних солей, у результаті чого утворюються спочатку солі азотистої кислоти (нітрити), а при подальшому окислюванні нітрати, тобто відбувається нітрифікація. У кінці XIX століття С. Н. Виноградському вдалося виділити культуру цих бактерій (нітрифікуючих).

Група бактерій, що окислюють NH_3 у нітрити, називаються нітритними бактеріями; друга, що окисляє в нітрати – нітратні бактерії.

Нітрифікація має надзвичайно важливе значення в очищенні стічних вод, бо цим шляхом накопичується запас кисню, який потім використовується для окислювання органічних безазотистих сполук, особливо коли повністю використаний вільний розчинений кисень.

Зв'язаний у нітратах і нітритах кисень відщеплюється під дією денітрифікуючих бактерій і знову витрачається для окислювання органічної речовини, а азот виділяється в атмосферу.

Процеси нітрифікації й денітрифікації можуть бути описані наступними рівняннями:



Нітрифікація здійснюється в аеробних умовах, а денітрифікація – в анаеробних. Тобто в аеробних умовах мікроорганізми можуть вести окислювання органічних речовин киснем повітря, а в анаеробних – за рахунок кисню нітратів.

Азот, як і вуглець та фосфор і деякі інші, ставляться до біогенних елементів, що приймають участь в утворенні й рості рослинних організмів. Наявність цих елементів у стічній воді, особливо у великих кількостях, при скиданні їх у водойми викликає посилений ріст біологічної рослинності водойм. Цей процес називається евтрофікацією. Це наслідок перевищення балансу живильних речовин. При цьому підвищується температура води, з'являються присмаки, запахи, розвиваються водорості й інші небажані види планктонів і порушується життєдіяльність риб. До прискорення евтрофікації приводять, насамперед, забруднення біогенними елементами С, Р і N.

Найбільше доцільно боротися з евтрофікацією шляхом зведення до мінімуму азоту й фосфору в стічній воді. Для цього в необхідних випадках потрібне доочищення стічних вод від азоту й фосфору.

1.6 Визначення концентрації забруднень у міських стічних водах. Кількість домішок у стічній воді може бути різною залежно від характеру утворення. Для побутових стічних вод маса забруднень, обчислена на 1 людину в добу, залишається більш-менш постійною. Концентрацію забруднень визначають хімічним аналізом (суспензії, БПК та ін.)

Однак побутові стічні води міської каналізації в більшості випадків мають домішки виробничих стічних вод, які впливають на якісний склад стічних вод. За даними об'єму й аналізів виробничих стічних вод можна обчислити значення кожного інгредієнта забруднень у загальному стоці:

$$C_m = \frac{C_{поб} \cdot Q_{поб} + \sum C_{вир} \cdot Q_{вир}}{Q_{поб} + \sum Q_{вир}} \quad (20)$$

де C_m - БПК, зважені речовини, окремі елементи забруднень (N, Fe, C і т.д.); $C_{поб}$ і $C_{вир}$ - концентрація виду забруднень, що обчислюється, у побутовій і виробничій стічній водах, г/м³ або мг/л; $Q_{поб}$ і $Q_{вир}$ - середня витрата побутових і виробничих стічних вод, м³/доб.

З іншої сторони врахування впливу виробничих стічних вод полягає у визначенні еквівалентної кількості жителів, тобто такої кількості, що вносить таку ж масу забруднень, як і дана витрата виробничих вод. Так, якщо БПК₂₀ від 1 жителя = 40 г/доб., то при БПК₂₀ виробничих стічних вод = $L_{вир}$, г/м³ одержимо:

$$N_{екв} = \frac{L_{вир} \cdot Q_{пр}}{40} \quad (21)$$

Додаючи обчислене $N_{екв}$ до розрахункового, одержимо загальне наведене число жителів для розрахунку каналізаційних споруд.

1.3 ОХОРОНА ВОДОЙМ

1.3.1 Принципи охорони водойм від забруднення. Для охорони водойм від забруднення принципово існує 2 шляхи:

- виключення забруднення;
- обмеження забруднення.

Перший шлях еволюціонував від перших спроб обмежити забруднення водойм, зроблені ще в середині 19 століття в Англії:

- повна заборона на скидання стічних вод;
- вимоги повного очищення стічних вод.

У сучасному виді цей шлях пропонує створення так званих безстічних технологій, у яких стічні води всіх категорій піддаються очищенню й повторно використовуються у виробництві. Це найбільш радикальний шлях, однак, не позбавлений деяких недоліків.

По-перше, все рівно неможливо виключити забруднення навколишнього середовища, бо відходи, що утворюються при очищенні стічних вод, потрібно кудись акумулювати, тобто замість скидання у водойму їх будуть заховувати, складувати. По-друге, безстічні технології досить дорогі й можуть бути широко впроваджені лише при істотному збільшенні відпускнуої ціни на воду. По-третє, у результаті безповоротних втрат води (випар, витоки) може зменшитися обводненість водойм.

Другий шлях – обмеження забруднень, заснований на тім, щоб забруднення водойми не спричинило обмеження прав інших водокористувачів.

Усі водойми можуть бути розділені умовно на підземні й поверхневі.

Що стосується підземних водойм, то тут діє в основному заборонний підхід. Завжди варто прагнути до виключення будь-яких забруднень підземних джерел.

Поверхневі джерела за водним режимом можуть бути проточними або непротічними. Непротічні – це озера, водоймища, а також моря.

За характером водокористування водойми поділяються на категорії, які діляться на класи:

- 1 клас – господарсько-питного, рибогосподарського призначення;
- 2 клас – культурно-побутового, рибогосподарського призначення;
- 3 клас – водойми, не використовувані людьми.

Нормативним документом, що визначає умови випуску стічних вод у відкриті водойми, є "Правила охорони поверхневих вод". Відповідно до них необхідно скидати стоки з умістом різних забруднень, що не перевищують гранично-припустимих концентрацій (ГПК).

За ГПК приймають ту мінімальну концентрацію речовини, за якою не порушуються (не погіршуються) процеси мінералізації органічних речовин, органолептичні властивості води, не надають впливу на промислові риби й ін. Тобто ГПК повинна забезпечити нормальний хід біологічних процесів, не погіршувати товарні якості промислових організмів і т.д. Єдино правильним критерієм чистоти водойми є повне збереження біоценозу водойми.

Гранично-припустимі концентрації для водойм питного й культурно-побутового водокористування розбиті на три групи.

Перша група – органолептичні показники. Містить хімічні речовини, що впливають на органолептичні властивості води.

Друга група – загальносанітарні показники. До цієї групи належать речовини, що погіршують або унеможливають процеси самоочищення водойм. Наприклад, надходження великої кількості органічних речовин, що легко окислюються, приводить до інтенсивного споживання кисню. Якщо швидкість споживання кисню більша за швидкість реаерації, аеробні мікроорганізми гинуть, водойма стає неспроможною до самоочищення.

Третя група – санітарно-токсикологічні показники. Речовини, що впливають безпосередньо на стан здоров'я населення: токсичні речовини, збудники інфекційних захворювань.

Для водойм рибогосподарського призначення нормується вміст речовин, які призводять до загибелі риби, надають запах або присмак м'ясу риби.

В кожній групі показників діє принцип сумації шкідливої дії речовин з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості: шкідлива дія суми компонентів не повинна перевищувати дію одного із компонентів на рівні гранично-припустимої концентрації.

$$\sum \frac{C_i}{ГПК_i} \leq 1 \quad (22)$$

У разі сукупного водокористування при визначення умов випуску стічних вод слід дотримуватись більш жорстких вимог у низці однойменних нормативів

якості води. Наприклад, водойму використовують сукупно як культурно-побутову та рибогосподарську. У стічних водах підприємства містяться патогенні мікроорганізми й мідь. Відомо, що патогенні для людини бактерії для риби нешкідливі. Отже, умови випуску стічних вод визначаються санітарно-побутовими нормативами. ГПК міді складає для культурно-побутового водокористування – 0,1 мг/л, для рибогосподарського – 0,01 мг/л. Отже, у цьому разі умова випуску визначається нормативами рибогосподарського водокористування.

Залишаються в силі й деякі заборонні заходи. Наприклад, забороняється скидання у водойми радіоактивних речовин, бактерицидних речовин, відходів виробництва, сировини в кількостях, що перевищує норми втрат.

1.3.2 Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод. Водойми, як уже відзначали, мають самоочисну здібність, що дозволяє економічно й обґрунтовано запроектувати очисні споруди, на яких вода очищується до необхідного ступеня.

Розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод, що спускають у водойму, проводять за наступними показниками:

- 1) по кількості зважених речовин
- 2) споживанню розчиненого кисню стічною водою
- 3) припустимій величині БПК у суміші річкової води й стічних вод
- 4) зміні активної реакції середовища (води) водойми
- 5) забарвленню, запаху, сольовому складу й температурі води
- 6) ГПК токсичних домішок інших шкідливих речовин

Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод перед скиданням проводять залежно від категорії водойми.

Таблиця 1.1- Загальні вимоги до складу й властивостей води у водоймі після випуску стічних вод

Показники складу й властивостей води у водоймі після випуску стічних вод	Вимоги до складу й властивостей води у водоймі			
	Категорії господарсько-питного й культурно-побутового призначення		Категорії рибогосподарського призначення	
	I	II	I	II
Уміст зважених речовин	Допускається збільшення не більше ніж на			
	0,25 мг/л	0,75 мг/л	0,25 мг/л	0,75 мг/л
	Для водойм, що містять у межах більше 30 мг/л природних мінеральних речовин, допускається збільшення вмісту на 5 % (зважені речовини зі швидкістю осадження більше 0,4 мм/с для проточних водойм і більше 0,2 мм/с для водоймищ до спуска забороняються).			
Плівки нафтопродуктів, мастил, жирів і інших плаваючих домішок	Не допускаються			
Запахи, присмаки й забарвлення	Запахи й присмаки інтенсивністю не більше 2 балів (безпосередньо або після хлорування води). Забарвлення не повинне виявлятися в стовпчику води висотою		Сторонні запахи, присмаки й забарвлення води, що впливають на м'ясо риб, не допускаються.	
	20 см	10 см		
Температура води	Допускається підвищення не більше ніж на 3°C стосовно середньомісячної температури найбільш жаркого місяця..		Допускається підвищення не більше ніж на 5°C до природної температури води	
Водневий показник	Не повинен виходити за межі 6,5–8,5			
Мінеральний склад води	Щільний залишок повинен бути не більше 1000 мг/л (у тому числі хлориди до 350 і сульфати до 500 мг/л).		Не нормується	
Наявність розчиненого кисню	Повинно бути не менш 4 мг/л		Повинно бути не менш 6 мг/л	Узимку під льодом не менш 4 мг/л, улітку – не менш 6 мг/л
Біологічна потреба в кисні – БПК _{повн} при температурі 20°C	Не повинна перевищувати			
	3 мг/л	6 мг/л	3 мг/л (якщо в зимовий період вміст кисню у воді знижується для водойм I категорії до 6 мг/л, II категорії до 4 мг/л, то дозволяється тільки скидання води, що не впливає на БПК).	
Збудники захворювань	Не допускаються (після знезаражування біологічно очищених вод коло-індекс не повинен перевищувати 1000 при вмісті залишкового хлору 1,5 мг/л).			
Токсичні речовини	Не допускаються в концентраціях, які можуть з прямо або побічно шкідливо впливати на живі організми.			

Контрольні питання

1. Що таке спеціальне водокористування?
2. Які існують види використання водних ресурсів?
3. Які особливості водокористування?
4. Які особливості має водоспоживання?
5. Які водні об'єкти відносяться до 1 категорії в залежності від цілей водокористування?
6. Які водні об'єкти відносяться до 2 категорії в залежності від цілей водокористування?

Література

1. Василенко О.А. Рациональне використання та охорона водних ресурсів : навчальний посібник. Рівне :НУВПГ. 2006.246 с.
2. Хільчевський В.К. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посібник. Київ : ВПЦ "Київський університет", 2015. 172 с.
3. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: підручник. Київ, 2008. 735 с.
4. Хільчевський В. К. Основи гідрохімії : підручник. Київ : Ніка-Центр, 2012. 312 с.
5. Яцик А. В. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління : підручник. Київ. : Генеза, 2007. 360 с.