

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

Г. І. Благодарна

**САНІТАРНИЙ КОНТРОЛЬ
ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
всіх форм навчання спеціальності
194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології)*

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2022**

УДК 351.1

Благодарна Г. І. Санітарний контроль водогосподарської діяльності : конспект лекцій для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня всіх форм навчання спеціальності 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології / Г. І. Благодарна ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 123 с.

Автор

канд. техн. наук, доц. Г. І. Благодарна

Рецензенти:

С. С. Душкін, доктор технічних наук, професор кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова);

Т. С. Айрапетян, кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення і очищення вод, протокол № 1 від 1 вересня 2021 р.

Конспект лекцій складено з метою допомоги здобувачам вищої освіти під час підготовки до занять та екзамену із навчальної дисципліни «Санітарний контроль водогосподарської діяльності».

© Г. І. Благодарна, 2022

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	5
ТЕМА 1 Гігієнічні вимоги до води для господарсько-питного водопостачання. Вплив хімічного складу питної води на здоров'я і умови життя населення	6
1.1 Фізіологічне, гігієнічне та соціальне значення води в життєдіяльності людини.....	6
1.2 Джерела та системи водопостачання.....	10
1.3 Гігієнічне нормування якості питної води.....	16
1.4 Гігієнічні вимоги до якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання.....	21
1.5 Вплив хімічного складу питної води на здоров'я і умови життя населення.....	25
Контрольні питання.....	32
ТЕМА 2 Методика вивчення хімічних речовин з метою їх нормування.....	32
2.1 Гігієнічне нормування. Поняття про допустимі концентрації.....	32
2.2 Основний принцип розробки нормативів. Критерії нормування.....	34
Контрольні питання.....	37
ТЕМА 3 Гігієнічні вимоги до води, що використовується на різних підприємствах.....	37
3.1 Гігієнічні вимоги до якості води для різних категорій водокористування.....	37
3.2 Методи знезараження води.....	41
Контрольні запитання.....	50
ТЕМА 4 Заходи із санітарної охорони водних об'єктів.....	50
4.1 Джерела забруднення поверхневих водойм.....	50
4.2 Заходи із санітарної охорони водних об'єктів.....	52
4.3 Самоочищення поверхневих водойм.....	56
Контрольні запитання.....	58
ТЕМА 5 Гігієнічні вимоги до якості води у поверхневих водоймах.....	59
5.1 Очищення стічних вод.....	59
5.2 Оцінка умов скидання стічного вод у водні об'єкти.....	67
5.3 Гігієнічні вимоги до якості води у поверхневих водоймах.....	76
Контрольні запитання.....	80
ТЕМА 6 Санітарні вимоги до розміщення та експлуатації каналізаційних та водопровідних споруд.....	80
6.1 Водопровідні споруди.....	80
6.2 Каналізаційні споруди.....	83
Контрольні запитання.....	91

ТЕМА 7 Організація санітарного нагляду за системами водопостачання.	
Санітарний контроль забруднення води.....	92
7.1 Попереджувальний санітарний нагляд.....	92
7.2 Поточний санітарний нагляд.....	98
7.3 Забруднення водойм і поширення водних інфекцій.....	98
7.4 Поняття імунітету.....	109
7.5 Протиепідемічні заходи.....	110
7.6 Контроль рівня забруднення води.....	111
Контрольні запитання.....	121
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	122

ВСТУП

Підготовка фахівців в галузі водної інженерії та водних технологій потребує глибоких знань в галузі санітарного контролю та гігієни – дисципліни, яка відображає профілактичний напрям охорони здоров'я населення. Її значення в сучасних умовах суттєво зростає внаслідок науково-технічного прогресу та процесів перебудови у сфері виробництва та запровадження в Україні міжнародної системи контролю водного господарства.

Застосування у промисловості нових технологічних процесів, обладнання, хімічних сполук спричиняє виникнення нових чинників забруднення навколишнього середовища, що зумовлює потребу комплексного вивчення забруднювачів, гігієнічної оцінки технологічних процесів, розробки та впровадження методів контролю його організації і вибору безпечних технологічних процесів обробки води.

Останнім часом видано багато нормативних документів, які регламентують контроль надходження забруднювачів води від різних споживачів у водойми для його захисту та гігієнічних нормативів використання води для різної потреби населенню та підприємствам та підвищення якості питної води і створення конкурентоспроможних методів водопідготовки на міжнародному рівні.

Вода – найважливіший компонент природного середовища. Проблеми, пов'язані з її використанням, дуже тісно переплітаються. Не можна переоцінити вплив водного середовища на живі організми. В зв'язку з цим водогосподарські об'єкти повинні забезпечувати поліпшення санітарно-гігієнічних умов життя населення, зменшувати шкідливий вплив на здоров'я людини подразників, пов'язаних з життєдіяльністю людини.

В конспекті лекцій викладено матеріали про вплив водного середовища, якості питної води та джерел водопостачання на здоров'я населення, висвітлено гігієнічні питання водопідготовки та спеціальних методів обробки води, санітарного нагляду за спорудами водопостачання та каналізації, охорони водних об'єктів та впливу на них урбанізації та індустріалізації.

В конспекті наведено положення водно-санітарного законодавства та норм санітарної охорони, які повинен знати здобувач вищої освіти з гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій з проблем санітарії, як практичної частини гігієни, показано гігієнічне значення джерел водопостачання та принципи нормування якості питної води та шкідливих речовин у воді водних об'єктів, санітарні вимоги до розташування та експлуатації каналізаційних мереж та споруд.

Конспект лекцій складений згідно з робочою програмою підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня всіх форм навчання спеціальності 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології.

ТЕМА 1 Гігієнічні вимоги до води для господарсько-питного водопостачання. Вплив хімічного складу питної води на здоров'я і умови життя населення

1.1 Фізіологічне, гігієнічне та соціальне значення води в життєдіяльності людини

Проблеми гігієни водопостачання стосуються інтересів багатьох людей, оскільки воді відведено значну роль у життєдіяльності людини. Вона має важливе *фізіологічне значення* (участь у процесах обміну, терморегуляції), *гігієнічне значення* (умивання, приймання душу, прання, підтримання чистоти житла тощо), *бальнеологічне значення* (широко використовується для гідротерапії – грязі, ванни, душі), *лікувально-оздоровче значення* (загартування, фізкультурні та спортивні заходи), *епідеміологічне значення* (із водним чинником пов'язано багато інфекційних захворювань).

Гігієнічне значення води визначається перш за все фізіологічною потребою в ній людини.

Вода, як повітря та їжа, є тим елементом зовнішнього середовища, без якого неможливе життя людини. Людина без води може прожити всього 5–6 діб. Це пояснюється тим, що вода входить у структуру організму, становлячи основну частину ваги тіла. Людина буквально народжена з води. Вміст води у різних органах і тканинах по-різному. Так, кров – більш ніж на 90 % – це вода. Склоподібне тіло ока складається на 99 % води; нирки складаються з води на 82 %, м'язи містять води до 75 %, у печінці води до 70 %, кістки містять 28 % води, жирова тканина містить 29 % води; навіть зубна емаль містить 0,2 % води.

Вода грає в організмі людини важливу роль. Без води не відбувається жоден біохімічний, фізіологічний та фізико-хімічний процес обміну речовин та енергії, неможливі травлення, дихання, анаболізм (асиміляція) та катаболізм (дисиміляція), синтез білків, жирів, вуглеводів із чужорідних білків, жирів, вуглеводів харчових продуктів. Така роль води обумовлена тим, що вона є універсальним розчинником, в якому газоподібні, рідкі та тверді неорганічні речовини створюють молекулярні або іонні розчини, а органічні речовини знаходяться переважно у молекулярному та колоїдному стані. Саме тому вона приймає безпосередню або непряму участь практично у всіх життєво важливих процесах: всмоктуванні, транспорті, розщепленні, окисненні, гідролізі, синтезі, осмосі, дифузії, резорбції, фільтрації, виведенні та ін. Тіло людини складається в середньому на 65–75 % із води. Дві третини цієї води знаходиться всередині клітин, близько однієї третини – поза ними. Ця позаклітинна вода, у свою чергу, розподіляється між кров'ю (включаючи сюди і лімфу, яка, власне, є фільтратом крові) та так званою інтерстиціальною (тобто проміжною) рідиною, яка тонкою плівкою обволікає всі клітини, заходить у найменші щілини між ними. Якщо концентрація розчинених солей у крові, інтерстиціальної рідини або всередині клітин зростає (або, що теж саме, падає вміст води), то через напівпроникні біологічні мембрани вода переходить туди, де її не вистачає.

За допомогою води до клітин організму надходять пластичні речовини, біологічно активні сполуки, енергетичні матеріали, виводяться продукти обміну. Вода сприяє збереженню колоїдального стану живої плазми. Вода та розчинені в ній мінеральні солі підтримують найважливішу біологічну константу організму – осмотичний тиск крові та тканин. У водному середовищі створюються необхідні рівні лужності, кислотності, гідроксильних та водневих іонів. Вода забезпечує кислотно-основний стан в організмі, а це впливає на швидкість та напрямок біохімічних реакцій. Бере участь у процесах гідролізу жирів, вуглеводів, гідролітичного та окислювального дезамінування амінокислот та інших реакціях. Вода є основним акумулятором тепла, яке утворюється в організмі в процесі екзотермічних біохімічних реакцій обміну речовин.

Потреба організму у воді задовольняється за рахунок питної води, напоїв та продуктів харчування, особливо рослинного походження. Фізіологічна добова потреба дорослої людини у воді (за відсутності фізичних навантажень) у регіонах з помірним кліматом орієнтовно становить 1,5–3 л, або 90 л/міс, майже 1000 л/рік та 60 000–70 000 л за 60–70 років життя. Це так звана екзогенна вода.

Певна кількість води утворюється в організмі внаслідок обміну речовин. Наприклад, при повному окисленні 100 г жирів, 100 г вуглеводів та 100 г білків виробляється відповідно 107, 55,5 та 41 г води. Це так звана ендогенна вода, яка щодня утворюється в кількості 0,3 л.

Фізіологічна норма споживання води може коливатися залежно від інтенсивності обміну речовин, характеру їжі, вмісту у ній солей, м'язової роботи, метеорологічних та інших умов. Доведено, що на 1 ккал енерговитрат організму необхідно 1 мл води. Тобто для людини, добові енерговитрати якої становлять 3 000 ккал, фізіологічна потреба у воді дорівнює 3 л. Зі збільшенням енерговитрат під час фізичних навантажень підвищується потреба людини у воді. Особливо якщо важку фізичну працю виконують в умовах підвищеної температури, наприклад, у мартенівських цехах, на доменному виробництві, на полі в спеку. Тоді потреба у питній воді може зрости до 8–10 і навіть 12 л/добу. Крім того, потреба у воді змінюється за певних патологічних станів. Наприклад, вона зростає при цукровому і нецукровому діабеті, гіперпаратиреозі і т. п. У такому випадку кількість води, що вживається людиною протягом місяця, становить 30 л, протягом року – 3600 л, за 60–70 років – 216 000 л.

Підтримка водного балансу в організмі людини передбачає не лише надходження та розподіл води, а й її виведення. У стані спокою вода виводиться через нирки – із сечею (майже 1,5 л/добу), легені – у пароподібному стані (приблизно 0,4 л), кишечник – з фекаліями (до 0,2 л). Втрати води із поверхні шкіри, які значною мірою пов'язані з терморегуляцією, змінюються, але у середньому становлять 0,6 л. Таким чином, з організму людини стану спокою щодобово в середньому виводиться 2,7 л води (з коливаннями від 2,5 до 3,0 л). При деяких патологічних станах та фізичному навантаженні виділення води посилюється та співвідношення шляхів виведення, наведене вище, змінюється. Наприклад, при цукровому діабеті посилюється виділення

води через нирки – із сечею, при холері – через травний тракт, під час роботи у гарячих цехах – через шкіру – з потом.

Людина гостро реагує обмеження чи повне припинення надходження води у організм. Зневоднення – надзвичайно небезпечний стан, у якому порушується більшість фізіологічних функцій організму. Великі втрати води супроводжуються виділенням значної кількості макро- та мікроелементів, водорозчинних вітамінів, що посилює негативні наслідки зневоднення для здоров'я та життя людини.

У разі зневоднення організму посилюються процеси розпаду тканинних білків, жирів та вуглеводів, змінюються фізико-хімічні константи крові та водно-електролітного обміну. У центральній нервовій системі розвиваються процеси гальмування, порушується діяльність ендокринної та серцево-судинної систем, погіршується самопочуття, знижується працездатність тощо. При цьому частішає дихання, спостерігаються почервоніння шкіри, сухість слизових оболонок, зниження артеріального тиску, тахікардія, м'язова слабкість, порушення координації руху, парестезії, головний біль, запаморочення. Втрати води, рівні 10 % маси тіла, супроводжуються значним порушенням функцій організму: підвищується температура тіла, загострюються риси обличчя, погіршуються зір і слух, кровообіг, можливий тромбоз судин, розвивається анурія, порушується психічний стан, виникає запаморочення, колапс. Втрата води на рівні 15–20 % маси тіла смертельна для людини при температурі повітря 30 °С, на рівні 25 % – при температурі 20–25 °С.

В організм вона надходить із питвом і харчовими продуктами, деяка кількість утворюється в самому організмі внаслідок окислення їжі.

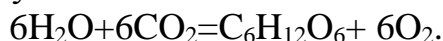
У фізико-хімічному відношенні природна вода є складною дисперсною системою, в якій дисперсним середовищем виступає вода, а дисперсною фазою – різні мінеральні солі, колоїди, гази, органічні речовини, живі організми. Донедавна вважали, що вода – це проста хімічна сполука, формула якої H_2O . Дослідження останнього часу показали, що вода має складнішу будову.

Дуже важливою є роль води як розчинника речовин. Вода добре розчиняє полярні, або гідрофільні речовини, наприклад, розчинні солі, білки, цукру. Молекули води оточують іони чи молекули речовини, відокремлюючи цим частинки друг від друга. Отже, у розчині молекули (або іони) зможуть рухатися вільніше, отже, швидше увійти до хімічної реакції. Гідрофобні речовини не розчинятимуться у воді, зате молекули H_2O зможуть відокремити гідрофобну речовину від самої товщі води. Наприклад, жири – фосфоліпіди, у тому числі складається клітинна мембрана, можуть завдяки взаємодії з водою формувати ліпідний біслої.

Участь у хімічних реакціях. Вода як реагент бере участь у багатьох хімічних реакціях:

У ході фотосинтезу рослин відбувається фотоліз води – водень зі складу води входить в органічні речовини, а вільний кисень виділяється в атмосферу.

Рівняння фотосинтезу:



Вода бере участь у гідролізі – руйнуванні речовин із приєднанням води. Наприклад, гідроліз жирів, білків та вуглеводів відбувається при перетравленні їжі, а при гідролізі АТФ, виділяється енергія, що забезпечує потреби клітини.

Разом із солями вода бере участь у підтримці величини осмотичного тиску – цієї найважливішої константи організму.

Підтримка структури клітин. Вода практично не стискається (у рідкому стані), і тому служить гідростатичним скелетом клітини. За рахунок осмосу вода створює надлишковий тиск усередині вакуолей рослинних клітин, цей тургорний тиск забезпечує пружність клітинної стінки та підтримання форми органів (наприклад, листя).

Вода є основою кислотно-лужної рівноваги. Без води неможливий водний та мінеральний обмін в організмі. За добу в людини додатково утворюється до 300–400 мл води.

Участь у терморегуляції. Внаслідок своєї великої теплоємності – 4 200 Дж/(кг·К) – вода забезпечує приблизну сталість температури всередині клітини. Вода може переносити велику кількість теплоти, віддаючи її там, де температура тканин нижче, і забираючи там, де температура вища.

Маючи велику теплоємність і велику теплопровідність, вода сприяє підтримці постійної температури тіла. Особливу роль у теплообміні людини вода грає в умовах високих температур, тому що при температурах навколишнього середовища вище температури тіла людина віддає тепло переважно за рахунок випаровування вологи з поверхні шкіри (при випаровуванні води відбувається значне охолодження через те, що багато енергії витрачається на розрив водневих зв'язків при переході з одного агрегатного стану (рідина) до іншого (газ)).

За рахунок малої в'язкості, а також здатності розчиняти різні хімічні речовини і вступати з ними в неміцні зв'язки вода є основною частиною крові та відіграє роль транспортного засобу:

– у рослин завдяки, зокрема, капілярному ефекту, характерному для води, здійснюється підйом від кореня до інших частин рослини, розчинених у воді мінеральних солей по судинах. Також через когезію вода у ґрунті доступна для всмоктування через кореневі волоски;

– транспорт продуктів фотосинтезу відбувається за допомогою переміщення ситовидними трубками водного розчину сахарози;

– виведення, переміщення продуктів обміну речовин у розчиненому вигляді у тварин (вода є основним компонентом крові та лімфи, а також відіграє важливу роль у видільній системі).

Фізіологічна потреба у воді залежить від віку, характеру роботи, їжі, професії, клімату і т. д. У здорової людини в умовах звичайних температур та легкого фізичного навантаження фізіологічна потреба у воді становить 2,5–3,0 л/добу.

Вода необхідна людині не тільки для задоволення фізіологічних потреб, але і на гігієнічні цілі: підтримка чистоти тіла і прання білизни, миття посуду; прибирання житлових та громадських приміщень; поливання вулиць, тощо. Ці потреби є необхідними умовами життя людини і громадського здоров'я.

Мінімальна витрата води за добу на гігієнічні потреби сучасної людини складається із:

приготування їжі	– 5 л;
умивання	– 5 л;
гігієнічний душ	– 25 л;
ванна (1 раз на тиждень)	– 35 л;
миття підлоги	– 10 л;
поливання вулиць, зелених насаджень	– 32 л;
загальнокомунальні потреби	– 20 л.
Загалом	– 150 л.

Сучасні норми водопостачання передбачають значно більші витрати води на господарсько-питні потреби населення, до 350 л за добу на людину. Приймаючи норму 300 л, за рік 1 людина витрачає приблизно 110 м³.

Вода і економіка. Економіка будь-якої країни залежить від наявності ресурсів і робочої сили. Серед ресурсів країни вода займає найголовніше місце, а промисловість взагалі не може існувати. Причому історично склалося так, що промисловість орієнтована майже виключно на прісну воду.

Враховуючи витрати води на виробничі потреби, людство споживає за добу 8...10 млрд. м³ води. Це більше, ніж видобування всіх корисних копалин за цілий рік.

1.2 Джерела та системи водопостачання

Сучасна гігієна висуває суворі вимоги до джерел водопостачання. Від них вимагається не тільки задовільна у фізико-хімічному та санітарно-бактеріологічному відношенні якість води, але й захищеність джерел водопостачання від зовнішнього забруднення.

Джерелами водопостачання можуть бути атмосферні, підземні та поверхневі води, але для господарсько-питного водопостачання населення застосовують поверхневі та підземні.

1.2.1 Поверхневі джерела

До поверхневих джерел відносять озера, річки, водосховища, канали, ставки. Якість води залежить від походження: талі, дощові, снігові, льодовикові, болотні, джерельні.

Порівняно з підземними водами для поверхневих джерел характерні велика кількість завислих речовин, низька прозорість, підвищена кольоровість за рахунок гумінових речовин, що вимиваються з ґрунту, вищий вміст органічних сполук, наявність автохтонної мікрофлори, наявність у воді розчиненого кисню. Здебільшого поверхневі води слабко або мало мінералізовані, м'які або помірно жорсткі. В той же час у непроточних озерах і водоймах концентрація солей у воді може бути підвищеною внаслідок випаровування. Крім того, висока мінералізація і жорсткість характерні для водойм, що протікають по солончакових ґрунтах. Хімічний склад води поверхневих водойм різноманітний. Сухий залишок головним чином

представлений іонами: Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ . Співвідношення цих іонів між собою у воді різних водойм вельми коливається. Поверхневі водойми здебільшого мають дуже низький вміст мікроелементів, хоча в межах природних біогеохімічних провінцій можливі значні їхні концентрації. Для відкритих водойм характерною є непостійність якості води, яка може змінюватися залежно від сезону року і навіть погоди. Так, під час злив або танення снігу змиваються у водойму завислі частинки, гумінові речовини, залишки шкідливих хімічних речовин із сільськогосподарських полів, рештки твердих побутових та промислових відходів тощо. З атмосферними опадами, таненням снігу пов'язані значні коливання кількості води у поверхневих водоймах. У проточних водоймах витрати її значно збільшуються навесні під час повені, тоді як улітку, особливо в спеку та засуху, зменшуються.

Відкриті водойми легко забруднюються ззовні. У природних умовах спостерігається певне забруднення завислими частинками, гуміновими речовинами, рештками рослин, що вимиваються поверхневим стоком з ґрунту, продуктами життєдіяльності тварин і птахів, риб і водоростей. Тому, з епідеміологічної точки зору, відкриті водойми потенційно небезпечні.

Основним джерелом забруднення є стічні води, що утворюються внаслідок використання води в побуті, на промислових підприємствах, тваринницьких та птахівницьких комплексах тощо. Особливо небезпечно спускання у водойми неочищених або недостатньо очищених стічних вод. Частково забруднення водойм відбувається поверхневим стоком: дощовими, зливовими водами, водами, що утворюються під час танення снігів. І стічні води, і поверхневий стік додають у водойми значну кількість завислих речовин та органічних сполук, унаслідок чого підвищується кольоровість, знижується прозорість, збільшуються окиснюваність і БПК води, зменшується кількість розчиненого кисню, підвищуються концентрації азотовмісних речовин і хлоридів, посилюється бактеріальне обсіменіння. З промисловими стічними водами та стоком із сільськогосподарських ланів у водойми надходять токсичні хімічні речовини.

Крім цього, вода відкритих водойм може забруднюватися внаслідок використання водойми для транспортних (пасажи́рське та вантажне пароплавство, лісосплав) цілей, під час роботи в руслах річок (наприклад, видобутку річкового піску), водопою тварин, проведення спортивних змагань, відпочинку населення.

Однак, хоч якими б значними були рівні природного забруднення, водойми їм протистояти, намагаються позбутися шкідливих речовин, і зрештою справляються з цим. Процес очищення води від забруднень природним шляхом називається самоочищенням водойм.

Самоочищення відкритих водойм відбувається під впливом різноманітних чинників, що діють одночасно в різних комбінаціях. Такими чинниками є: а) гідравлічні (змішування і розбавлення забруднень водою водойми); б) механічні (осадження завислих частинок); в) фізичні (вплив сонячної радіації і температури); г) біологічні (процеси взаємодії водних рослинних організмів із

організмами стоків, що потрапили до водойми); д) хімічні (руйнування забруднювачів шляхом гідролізу); е) біохімічні (перетворення одних речовин на інші за рахунок мікробіологічної деструкції, мінералізація органічних речовин унаслідок біохімічного окиснення водною автохтонною мікрофлорою). Самоочищення від патогенних мікроорганізмів відбувається за рахунок їхньої загибелі внаслідок антагоністичного впливу водних організмів, дії антибіотичних речовин, бактеріофагів тощо.

У разі забруднення водойм побутовими і промисловими стічними водами процеси самоочищення можуть бути загальмовані або пригнічені. Вплив стічних вод на водойми залежить від їхнього характеру. Побутові стічні води, що утворюються внаслідок господарсько-побутової діяльності людини, небезпечні в епідеміологічному плані. Промислові стічні води можуть додавати у водойми значну кількість різноманітних хімічних речовин. Одні з них впливають на органолептичні властивості води, надаючи неприємного присмаку, запаху, вигляду (хлорбензол, дихлоретан, стирол, нафта і т. ін.), інші токсично діють на організм людини і тварин (миш'як, кадмій, ціаніди тощо). Ще інші порушують біологічні та хімічні процеси у водоймі, сповільнюючи або зовсім зупиняючи самоочищення (ацетон, метанол, етиленгліколь і т. ін.). Іноді одна і та сама речовина може токсично діяти й одночасно негативно впливати на самоочищення водойм або погіршувати органолептичні властивості води (сполуки свинцю, міді, цинку, ртуті і т. ін.).

1.2.2 Підземні джерела

Підземні води утворюються внаслідок фільтрації атмосферних опадів через ґрунтовий шар. Вони поділяються на верховодку, ґрунтові, джерельні міжпластові безнапірні та напірні, або артезіанські, берегові інфільтраційні води (рис. 1.1).

Верховодка – верхній шар води під ґрунтом у місцях утворення лінз (водотривких порід). Залягають поверхнево, склад повністю залежить від атмосферних опадів, ґрунту, забруднені, непридатні для водоспоживання.

Ґрунтові води розміщуються на першому від поверхні водотривкому пласті. Глибина залягання від 2 до 40–50 м. Використовують як джерело водопостачання у сільській місцевості – колодязна вода. Ґрунтові води (їхній дебіт, хімічний склад, бактеріальний склад) повністю залежать від кількості атмосферних опадів.

У процесі фільтрації через шар ґрунту вода очищується від органічного й бактеріального забруднення, але не відкидають можливість забруднення води під час інфільтрації через ґрунт, що небезпечно в епідемічному відношенні.

Міжпластові води знаходяться між двома водотривкими пластами (ложе й покрівля). Вони бувають *напірними (артезіанськими) та безнапірними*. Характеризуються постійним сольовим складом, низькою температурою (5–12 °С), чисті, безколірні, прозорі, без смаку й запаху, не містять мікроорганізмів. Міжпластові води мають перевагу як джерело водопостачання, бо захищені від забруднення, мають постійний хімічний склад, достатньо великий дебіт і можуть використовуватися без попередньої обробки.

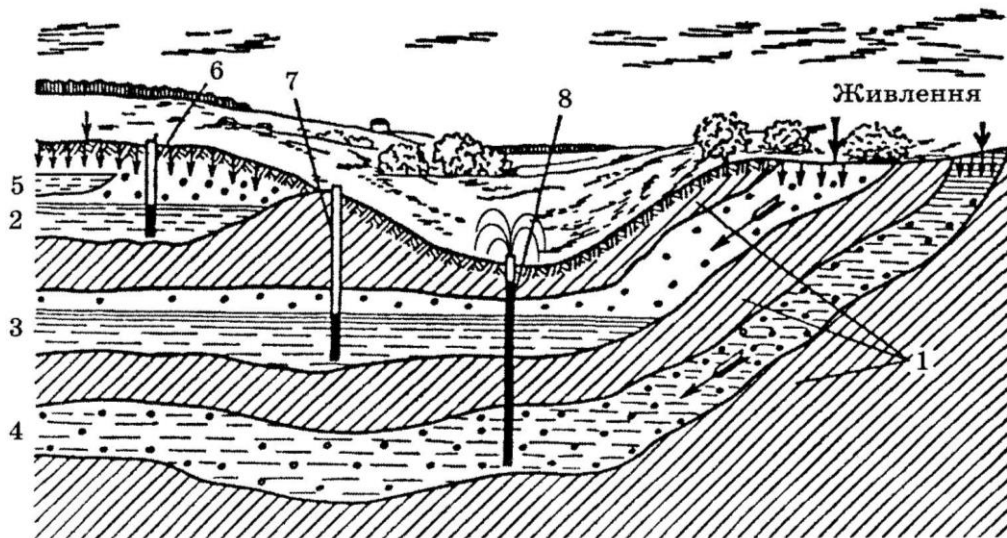


Рисунок 1.1 – Загальна схема залягання підземних вод:

1 – водотривкі шари; 2 – водоносний горизонт ґрунтових вод; 3 – водоносний горизонт між пластових безнапірних вод; 4 – водоносний горизонт між пластових напірних вод (артезіанських); 5 – колодязь, який живиться ґрунтовою водою; 6 – колодязь, який живиться міжпластовою безнапірною водою; 7 – колодязь, який живиться міжпластовою напірною (артезіанською) водою

1.2.3 Системи водопостачання

Водопостачання поділяють на децентралізоване (місцеве) та централізоване.

Децентралізоване (місцеве) водопостачання – це коли населення бере воду безпосередньо з джерела водопостачання, без мережі труб. Найчастіше у якості джерела водопостачання в таких випадках використовують ґрунтові води, а водозаборами є шахтні й трубчасті колодязі або каптажі джерел.

Шахтний колодязь – вирита в землі вертикальна шахта, нижня частина якої вривається у горизонт ґрунтових вод, а стінки облаштовані водонепроникним кріпленням – бетонними кільцями або дерев'яним цямринням (рис. 1.2). Верхню частину кріплення виводять на висоту 1 м над поверхнею землі й обладнують кришкою. Навколо на глибину 1–1,5 м цямриння влаштовують глиняний «замок» завширшки 1 м. На поверхні землі навколо зрубу роблять асфальтове або бетонне вимощення для стоку води. У радіусі 3–5 м з метою обмеження під'їзду транспорту ставлять огорожу. На дно колодязя насипають шар гравію завтовшки близько 30 см. Площа зрізу шахти колодязя становить 1 м², глибина не перевищує 10–20 м.

Місце для будівництва колодязя повинно розміщуватися за напрямом ґрунтового потоку вище джерел забруднення та бути дещо підвищеним для вільного стоку атмосферних опадів від колодязя.

Колодязі мають знаходитися на відстані не менше 30 м від вигрібних вбиральнь, збірників для рідких відходів (за наявності пухкого дрібнозернистого ґрунту – 80–100 м). Радіус користування колодязем не повинен перевищувати 150 м.

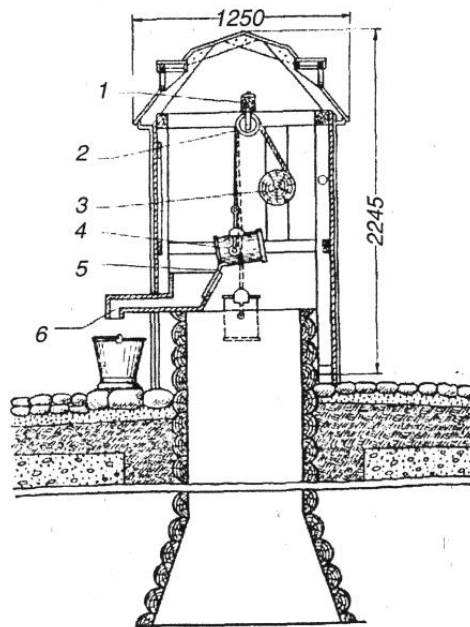


Рисунок 1.2 – Колодязь закритого типу з відром, яке перекидається автоматично:

1 – брусок; 2 – блок; 3 – валик; 4 – відро; 5 – гачок; 6 – корито зі зливною трубою

Найліпшим засобом підйому води з колодязя є насос. При неможливості – обладнують іншими підйомниками із закріпленням на ньому спільним відром.

Користування індивідуальними відрами не допускається, бо з цим пов'язана небезпека забруднення й зараження води в колодязі.

Каптажем називають спеціальну споруду для збору води, що витікає із джерела (рис. 1.3). Влаштовують її так само, як і колодязь (водонепроникне кріплення, «замок», закривається зверху). На певному рівні у стінці каптажу влаштовують переливну трубу, по якій вода постійно витікає і її можна розбирати відрами. Не допускається безпосередній забір води (та використання для водопою тварин) із каптажу.

Трубчасті колодязі – живляться як ґрунтовими водами (мілкотрубчасті – завглибшки 7–8 м), так і артезіанськими (до 1000 м – глибокотрубчасті). Ці колодязі побудовані у вигляді свердловини діаметром до 0,6 м, в яку забивають металеві кільця. Підйом води здійснюють насосами (ручними або механічними). Такі колодязі часто влаштовують на комунальних водогоних міст, а також для водопостачання колгоспів, окремих підприємств.

Централізоване водопостачання здійснюють за допомогою водогону. Кожний водогін складається з головних споруд і водогінної мережі до місць споживання води.

Головні споруди водогону, що живиться водою з відкритих водойм (рис. 1.4): водойма, забірні труби і береговий колодязь, насосна станція першого підйому, очисні споруди, резервуари чистої води, насосна станція другого підйому, трубопровід, водонапірна башта.

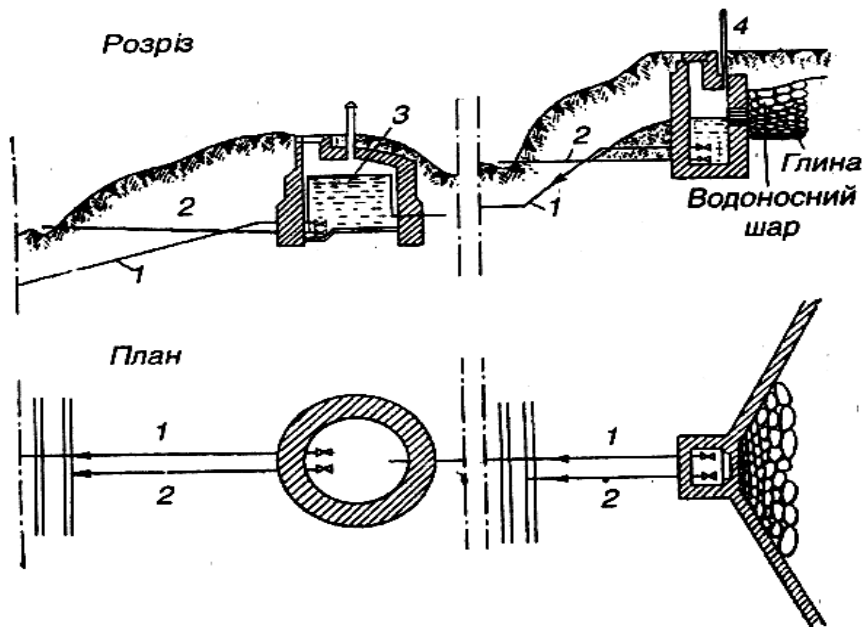


Рисунок 1.3 – Каптаж джерела:
1 – водовід; 2 – випуск; 3 – збірний резервуар; 4 – каптаж

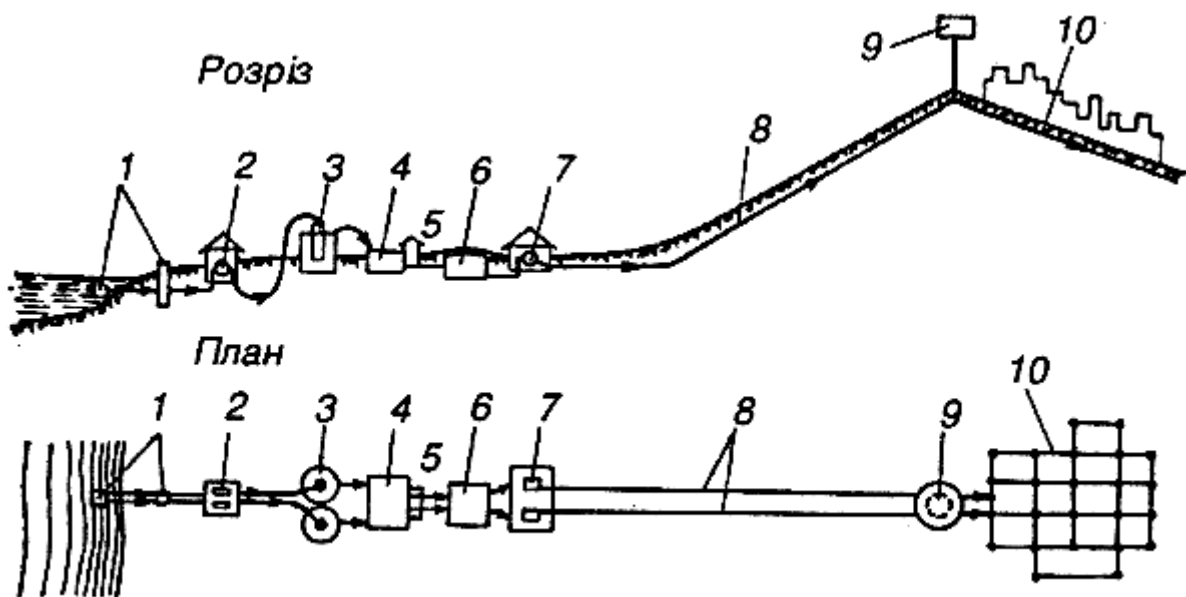


Рисунок 1.4 – Схема водогону при заборі води з ріки:
1 – річковий водозабір; 2 – насосна станція першого підйому; 3 – відстійники (із коагуляцією); 4 – фільтри; 5 – хлораторна; 6 – резервуари чистої води; 7 – насосна станція другого підйому; 8 – водоводи; 9 – в водогінна станція; 10 – розподільна водогінна мережа

З башти вода подається у водогінну мережу. Водогінна розподільна мережа за конфігурацією може бути кільцевою або тупиковою.

З гігієнічної точки зору оптимальною є кільцева постійна циркуляція, коли немає застою. У якості матеріалу для водогінних труб найчастіше всього використовують чавун, сталь, залізо, бетон. Глибина закладання труб від поверхні землі 1,5–3,5 м, залежно від кліматичного поясу.

Організація будь-якої системи централізованого водопостачання повинна включати 3 складові: вибір джерела, організацію зон санітарної охорони, заходи з очищення та знезараження води.

Зони санітарної охорони призначені для захисту джерела водопостачання та водозабірних споруд від забруднень.

I зона – зона суворого режиму – забезпечує захист місця водозабору та водозабірних споруд від забруднення та пошкодження. Для проточних водойм її межі повинні бути вгору за течією до 200 м, вниз – до 100 м, завширшки – 100 м. Для міжпластових ненапірних вод радіус I поясу – 50 м, для напірних – 30 м. Територію I поясу слід огородити. На ній не допускається будівництво, заборонена будь-яка діяльність (риболовля, купання, прання, катання на човнах) і присутність людей.

II зона – зона обмеження. Розмір II поясу – 30–60 км для річок середньої і великої потужності, на малих – уся територія басейну (нижче за течією до 250 м від водозабору). Для непроточних водойм – 3-5 км залежно від умов у всі сторони. Заходи у II і III зонах спрямовані на регулювання всіх видів діяльності, будівництва, в основу якого покладено зменшення кількості населення, обмеження використання для побутових цілей, технологічних процесів.

III зона – зона спостереження. У цій зоні ведуть копітку протиепідемічну роботу щодо профілактики захворювань, які передаються водним шляхом, а також нагляд за будівництвом промислових „ підприємств, котрі скидають стоки. Для малих річок зона охоплює весь басейн.

1.3 Гігієнічне нормування якості питної води

Вода, яку використовує населення з різною метою, має відповідати певним гігієнічним вимогам. Перший у Європі стандарт якості питної води прийнятий у СРСР в 1937 р., він мав назву «Тимчасовий стандарт якості водопровідної води». До 2000 р. якість води визначали за нормативом ДСТ 2874-82 «Вода для пиття. Гігієнічні вимоги й контроль якості».

З 2000 р. уведені в дію *Державні санітарні правила й норми «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» (ДСанПН) № 383-96.* А з 2010 р. в Україні введені *Державні санітарні правила й норми «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПН 2.2.4-171-10)* [1]. Санітарні норми встановлюють вимоги до безпечності та якості питної води, призначеної для споживання людиною, а також правила виробничого контролю та державного санітарно-епідеміологічного нагляду у сфері питного водопостачання населення. Вимоги Санітарних норм не поширюються на води мінеральні лікувальні, лікувально-столові, природні столові. Державний нагляд за виконанням вимог Санітарних норм здійснює державна санітарно-епідеміологічна служба згідно з санітарним законодавством.

Якість води має відповідати таким вимогам:

– бути безпечною в епідемічному відношенні;

- бути нешкідливою за хімічним складом і фізіологічно повноцінною;
- бути радіаційно безпечною;
- мати сприятливі органолептичні властивості.

Санітарними нормами й правилами передбачені кілька груп показників.

Це мікробіологічні, паразитологічні, хімічні, радіаційні, органолептичні, показники фізіологічної повноцінності.

1.3.1 Мікробіологічні та паразитологічні показники

Мікробіологічні показники – показники безпеки питної води, які виключають наявність у ній бактерій, вірусів та інших біологічних включень, небезпечних для здоров'я споживачів.

Мікробіологічні показники безпеки питної води:

- 1) число *бактерій в 1 см³ води* – до 100 КУО/см³ води (КУО – колонієутворювальні одиниці – мікроорганізми);
- 2) число *бактерій групи кишкових паличок в 1 дм³ води* – до 3 КУО/дм³ води; число *термостабільних кишкових паличок (фекальних коліформ) у 100 см³* – не повинно бути КУО у 100 см³ води;
- 3) число *патогенних мікроорганізмів в 1 дм³ води* – не повинно бути КУО в 1 дм³ води;
- 4) число *коліфагів в 1 дм³ води* – не повинно бути БУО в 1 дм³ води (БУО – бляшкоутворювальні одиниці).

Наявність термостабільних кишкових паличок свідчить про свіже фекальне забруднення води у водогінній мережі.

Коліфагів відносять до індикаторних показників, що характеризують забруднення води вірусами – збудниками гострих кишкових інфекцій. При виявленні у питній воді коліфагів слід визначати ентеровіруси, отавіруси, аденовіруси й віруси гепатиту А в 10 дм³ води. Така ситуація є епідемічно небезпечною і потребує проведення спеціальних заходів на спорудах водогону.

Непрямі показники ефективності очищення води від вірусів на спорудах водопроводу: каламутність води до 0,5 мг/дм³; концентрація залишкового алюмінію до 0,2 мг/дм³; кольоровість до 20°; рН – 6,8–7,0.

Зростання числа бактерій у 1 см³ води – загальне мікробне число (ЗМЧ), свідчить про епідемічну небезпеку (органічне забруднення тваринного походження, попадання до питної води інших забруднених вод, неефективне знезараження).

Зростання числа колоній за температури 37°C ±0,5°C свідчить про забруднення води антропогенною флорою, за температури 22°C ±0,5°C – про погіршення санітарного-гігієнічного стану водогінних споруд.

Паразитологічні показники. У зв'язку із захворюваністю населення паразитарними захворюваннями, пов'язаними з водним чинником, уведено нову групу показників – паразитологічні.

Паразитологічні показники безпеки питної води такі:

- число *патогенних кишкових найпростіших (клітини, цисти)* – цілковита відсутність у 25 дм³ води;
- число *кишкових гельмінтів (клітини, яйця, личинки)* – цілковита відсутність у 25 дм³ води.

1.3.2 Токсикологічні показники

Токсикологічні показники характеризують наявність у воді небезпечних для здоров'я хімічних речовин (компонентів), що зустрічаються у природних водах і з'являються внаслідок забруднення джерела у процесі обробки води. За токсикологічними показниками вода повинна відповідати таким вимогам (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Санітарно-токсикологічні показники безпеки та якості питної води

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
а) неорганічні компоненти					
1.	Алюміній	мг/дм ³	≤ 0,20 (0,50)	не визнач.	≤ 0,1
2.	Амоній	мг/дм ³	≤ 0,5 (2,6)	≤ 2,6	≤ 0,1 (0,5)
3.	Діоксид хлору	мг/дм ³	≤ 0,1	не визнач.	не визнач.
4.	Кадмій	мг/дм ³	≤ 0,001	не визнач.	≤ 0,001
5.	Кремній	мг/дм ³	≤ 10	не визнач.	≤ 10
6.	Миш'як	мг/дм ³	≤ 0,01	не визнач.	≤ 0,01
7.	Молібден	мг/дм ³	≤ 0,07	не визнач.	≤ 0,07
8.	Натрій	мг/дм ³	≤ 200	не визнач.	≤ 200
9.	Нітрати (по NO ₃)	мг/дм ³	≤ 50,0	≤ 50,0	≤ 10 (50)
10.	Нітрити	мг/дм ³	≤ 0,5 (0,1)	≤ 3,3	≤ 0,5 (0,1)
11.	Озон залишковий	мг/дм ³	0,1 – 0,3	не визнач.	не визнач.
12.	Ртуть	мг/дм ³	≤ 0,000 5	не визнач.	≤ 0,000 5
13.	Свинець	мг/дм ³	≤ 0,010	не визнач.	≤ 0,010
14.	Срібло	мг/дм ³	не визнач.	не визнач.	≤ 0,025
15.	Фториди	мг/дм ³	для кліматичних зон: IV ≤ 0,7 III ≤ 1,2 II ≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,56 для кліматичних зон: IV ≤ 0,7 III ≤ 1,2 II ≤ 1,5
16.	Хлорити	мг/дм ³	≤ 0,2	не визнач.	не визнач.
б) органічні компоненти					
17.	Поліакриламід залишковий	мг/дм ³	≤ 2,0	не визнач.	< 0,2
18.	Формальдегід	мг/дм ³	≤ 0,05	не визнач.	≤ 0,05
19.	Хлороформ	мкг/дм ³	≤ 60	не визнач.	≤ 6
в) інтегральний показник					
20.	Перманганатна окиснюваність	мг/дм ³	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 2,0 (5,0)

При виявленні в питній воді декількох хімічних речовин, що відносяться до 1-го і 2-го класів небезпеки і нормованих за санітарно-токсикологічній ознаці шкідливості, сума відношень виявлених концентрацій кожного з них у воді до величини його ГДК не має бути більше 1. Розрахунок ведеться за формулою:

$$\frac{C_{\text{факт.}}^1}{C_{\text{доп.}}^1} + \frac{C_{\text{факт.}}^2}{C_{\text{доп.}}^2} + \dots + \frac{C_{\text{факт.}}^n}{C_{\text{доп.}}^n} < 1, \quad (1.1)$$

де C_1, C_2, C_n – концентрації індивідуальних хімічних речовин 1-го і 2-го класів небезпеки;

факт. – фактична; *доп.* – допустима.

Вода не повинна містити такі токсичні компоненти, як ртуть, талій, кадмій, нітрити, ціаніди, хлор, дихлоретилен.

У воді виявлено до 65 мікроелементів. Біологічне значення для тварин і рослин мають 20 мікроелементів, у фізіології людини відома роль тільки деяких із них. Зміна вмісту деяких мікроелементів у воді (фтор, йод, стронцій, селен, мідь, залізо, кобальт тощо) може призвести до виникнення геохімічних ендемій (наприклад, при концентрації фтору понад 1,5 мг/дм³ – флюороз; до 0,5 мг/дм³ – карієс).

Виражені токсичні властивості мають нітрати. Починаючи з 1945 р., у деяких економічно розвинених країнах описані специфічні прояви захворювання дітей раннього грудного віку (диспепсичні явища, різка задишка, тахікардія, ціаноз), які перебували на штучному вигодовуванні з використанням води з підвищеним вмістом нітратів. У кишках нітрати відновлюються до нітритів, а всмоктування нітритів призводить до підвищення метгемоглобіну в крові (*водно-нітратна метгемоглобінемія*).

1.3.3 Органолептичні та фізико хімічні показники

Органолептичні та фізико хімічні показники якості питної води наведено в таблиці 1.2.

Хлориди й сульфати складають головну частину сольового складу води – сухого залишку. Природні води містять різну кількість хімічних речовин: прісна вода до 1 000 мг/дм³ (питна), солонувата – 1 500–2 000 мг/дм³, солонувата – до 5 000 мг/дм³ (гіркуватий присмак). Людина отримує з водою від 1,5 до 10 г/добу солей, з їжею – до 90 г (20 г – тваринні, 70 г – рослинні). Споживання великої кількості солей є одним із чинників виникнення артеріальної гіпертензії. Вода з підвищеною мінералізацією впливає на секреторну діяльність шлунку, порушує водно-сольову рівновагу біохімічних і метаболічних процесів.

Жорсткість обумовлює в основному вміст бікарбонатів, солей калію й магнію та 12 інших елементів. Якщо загальна жорсткість до 7 мг-екв/дм³ – вода помірно жорстка, понад 7 мг-екв/дм³ – вода жорстка. Під час використання жорсткої води утворюється накип у трубах, котлах, навіть кранах.

Вода не повинна містити інші компоненти, які спроможні змінювати її органолептичні властивості – цинк, поверхнево-активні речовини, нафтопродукти, феноли тощо.

Таблиця 1.2 – Органолептичні та фізико-хімічні показники безпечності та якості питної води

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води		
			водопровідної	з колодязів та каптажів джерел	фасованої, з пунктів розливу та бюветів
1	2	3	4	5	6
1. Органолептичні показники					
1.	Запах: при t 20° С при t 60° С	бали	≤ 2 ≤ 2	≤ 3 ≤ 3	≤ 0 (2) ≤ 1 (2)
2.	Забарвленість	градуси	≤ 20 (35)	≤ 35	≤ 10 (20)
3.	Каламутність	нефелометрична одиниця каламутності (1 НОК = 0,58 мг/дм ³)	≤ 1,0 (3,5) ≤ 2,6 (3,5) – для підземного вододжерела	≤ 3,5	≤ 0,5 (1,0)
4.	Смак та присмак	бали	≤ 2	≤ 3	≤ 0 (2)
2. Фізико-хімічні показники					
а) неорганічні компоненти					
5.	Водневий показник	одиниці рН	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5 (≥ 4,5)
6.	Діоксид вуглецю	%	не визначається	не визначається	0,2–0,3 – для слабогазованої; 0,31–0,4 – для середньогазованої; 0,41–0,6 – для сильногазованої
7.	Залізо загальне	мг/дм ³	≤ 0,2 (1,0)	≤ 1,0	≤ 0,2
8.	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	≤ 7,0 (10,0)	≤ 10,0	≤ 7,0
9.	Загальна лужність	ммоль/дм ³	не визначається	не визначається	≤ 6,5
10.	Йод	мг/дм ³	не визначається	не визначається	≤ 50
11.	Кальцій	мг/дм ³	не визначається	не визначається	≤ 130
12.	Магній	мг/дм ³	не визначається	не визначається	≤ 80
13.	Марганець	мг/дм ³	≤ 0,05 (0,5)	≤ 0,5	≤ 0,05
14.	Мідь	мг/дм ³	≤ 1,0	не визнач.	≤ 1,0

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6
15.	Поліфосфати (за PO_4^{3-})	мг/дм ³	$\leq 3,5$	не визначається	$\leq 0,6$ (3,5)
16.	Сульфати	мг/дм ³	≤ 250 (500)	≤ 500	≤ 250
17.	Сухий залишок	мг/дм ³	≤ 1000 (1500) ¹	≤ 1500	≤ 1000
18.	Хлор залишковий вільний	мг/дм ³	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$< 0,05$
19.	Хлориди	мг/дм ³	≤ 250 (350)	≤ 350	≤ 250
20.	Цинк	мг/дм ³	$\leq 1,0$	не визначається	$\leq 1,0$
б) органічні компоненти					
21.	Хлор залишк. зв'язаний	мг/дм ³	$\leq 1,2$	$\leq 1,2$	$< 0,05$
Примітка. Величини, зазначені в дужках, допускаються з урахуванням конкретної ситуації					

Під час знезаражування води хлором вміст залишкового вільного хлору у воді повинен бути менше 0,5 мг/дм³, а залишкового зв'язаного хлору – менше 1,2 мг/дм³. У процесі знезаражування води озоном концентрація залишкового озону має бути 0,1–0,3 мг/дм³.

1.3.4 Показники фізіологічної повноцінності питної води

Ці показники визначають адекватність її мінерального складу біологічним потребам організму. При цьому сухий залишок повинен складати 200–500 мг/дм³, жорсткість загальна – 1,5–7,0 мг-екв/дм³, лужність загальна – 0,5–6,5 мг-екв/дм³, магній – 10–50 мг/дм³, калій – 2–20 мг/дм³, натрій – 2–20 мг/дм³, йод – 20–30 мкг/дм³, фториди – 0,7–1,2 мг/дм³.

1.3.5 Показники радіаційної безпеки питної води

До них відносяться:

– загальна об'ємна активність α -випромінювачів – до 0,1 Бк/дм³;

– загальна об'ємна активність β -випромінювачів – до 1 Бк/дм³.

Для особливих регіонів нормативи радіаційної безпеки питної води погоджують із головним державним санітарним лікарем України.

1.4 Гігієнічні вимоги до якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання

З гігієнічної точки зору, найкращою є ситуація, коли вода в джерелі водопостачання повністю відповідає сучасним уявленням про доброякісну питну воду. Така вода не потребує оброблення, і важливо лише не погіршити її якість на етапах забору з джерела та подачі споживачам. Виходячи з наведеної

вище гігієнічної характеристики, такими джерелами можуть бути підземні міжпластові води, найчастіше – артезіанські (напірні). В усіх інших випадках вода джерел, особливо поверхневих, потребує поліпшення якості: зменшення каламутності (освітлення) і кольоровості (знебарвлення), позбавлення від патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів (зnezаражування), інколи – поліпшення хімічного складу (опріснення, пом'якшення, дефторування, фторування, зnezалізнення тощо). Попри постійне удосконалення методів водопідготовки, їхні можливості мають певні, технологічно й економічно обгрунтовані обмеження.

! Вода джерел централізованого господарсько-питного водопостачання мусить бути такою, щоб сучасні методи водопідготовки дали змогу отримати доброякісну питну воду, яка за усіма показниками відповідала б державному стандарту (ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1])

Особливої уваги потребують ті показники якості води, котрі не змінюються або мало змінюються в процесі звичайного оброблення, яке передбачає освітлення, знебарвлення та зnezаражування. Таке оброблення не ефективно відносно розчинених у воді хімічних речовин. Навіть спеціальні методи водопідготовки дають змогу зменшити вміст лише деяких із них: заліза – шляхом зnezалізнення, фтору – завдяки дефторуванню, сірководню – за рахунок аерації. Методи опріснення (зменшення загальної мінералізації) та пом'якшення (зменшення загальної жорсткості) потребують значних додаткових витрат електроенергії, через що водопровідна вода занадто дорога. Тому під час організації водопостачання населених пунктів бажано їх уникати. Хоча інколи за відсутності прісноводних джерел змушені опріснювати солону воду морів.

Зазначене зумовлює жорстке обмеження у воді всіх джерел централізованого господарсько-питного водопостачання вмісту сухого залишку, хлоридів, сульфатів, розчинених хімічних (передусім токсичних) речовин, загальної жорсткості. Склад води прісноводних підземних і поверхневих джерел за цими показниками повинен відповідати таким самим вимогам, як доброякісної питної води: сухий залишок – до 1 000 мг/дм³ (за погодженням з органами СЕС допускається до 1 500 мг/дм³, концентрація хлоридів і сульфатів – до 350 мг/дм³ та 500 мг/дм³ відповідно), загальна жорсткість – до 7 мг-екв/дм³ (за погодженням із СЕС допускається до 10 мг-екв/дм³). Рівень хімічних речовин не повинен перевищувати ГДК для води водойм господарсько-питного та культурно-побутового водокористування, а також норм радіаційної безпечності, що затверджені МОЗ України. За умов одночасної наявності у воді токсичних хімічних речовин, здатних за комбінованої дії до сумачії негативних ефектів, треба дотримувати правила сумачійної токсичності (див. формулу (1.1)).

Оскільки підземні й поверхневі водні джерела мають природні особливості, а також різний ступінь захисту від несприятливого впливу антропогенних чинників, гігієнічні вимоги до якості їхньої води за всіма іншими показниками дещо відрізняються.

Серед *підземних джерел* є такі, вода яких взагалі не потребує оброблення, бо має хороші органолептичні властивості, епідемічно безпечна, нешкідлива за хімічним (у тому числі радіонуклідним) складом, фізіологічно повноцінна. Ця вода повністю відповідає уявленням про доброякісну питну воду і може бути подана населенню безпосередньо, без оброблення. Таку підземну воду зараховують до I класу. Гігієнічні вимоги до неї і нормативи якості повністю збігаються з такими для питної води згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1].

Вода підземних джерел II класу може містити сірководень мінерального походження (до 3 мг/дм³), значно більше заліза (до 10 мг/л) і марганцю (до 1 мг/дм³). Це погіршує її органолептичні властивості, тому потрібно застосовувати спеціальні методи оброблення. Від сірководню можна очистити воду шляхом аерації. Від заліза воду очищають шляхом аерації з подальшим фільтруванням. Під час аерації внаслідок окиснення киснем повітря Fe²⁺ перетворюється на Fe³⁺, у воді утворюється нерозчинний заліза (III) гідроксид Fe(OH)₃, завислі частинки якого затримуються на фільтрі. Одночасно вода очищується й від зайвого марганцю.

Крім того, підземні води II класу можуть мати підвищену перманганатну окиснюваність (до 5 мг/л) та підвищений індекс БГКП (до 100). Це є свідченням епідемічної небезпечності води, яку треба знезаразити перед подачею споживачам

В окремих випадках підземна вода може мати дещо гіршу якість, а саме підвищену до 10 мг/дм³ каламутність, збільшену до 50° кольоровість, ще більший вміст заліза (до 20 мг/дм³), марганцю (до 2 мг/дм³), сірководню (до 10 мг/дм³). Деякі підземні джерела містять надмірну кількість фтору (5 мг/ дм³). Індекс БГКП сягає 1 000 в 1 дм³. Такі підземні джерела належать до III класу. Для поліпшення якості води потрібне глибше оброблення. Для зменшення каламутності і кольоровості слід прояснювати та знебарвлювати шляхом фільтрування, попередньо відстоявши. Сірководень, залізо і марганець видаляють методом аерації з подальшою фільтрацією. У разі підвищеного вмісту фтору таку воду дефторують. І зрештою для забезпечення епідемічної безпечності воду обов'язково знезаражують.

Таким чином, підземні водні джерела залежно від якості води та методів водопідготовки поділяють на три класи (табл. 1.3). Аналогічний принцип покладено і в основу класифікації *поверхневих водних джерел* (табл. 1.4). З огляду на умови формування серед них немає таких, що містять цілком прозору і безбарвну воду, не містять мікроорганізмів і не потребують оброблення. Поверхневі водойми з малокаламутною (до 20 мг/дм³) і малокольоровою водою (до 35°), яка не має запаху, містить незначну кількість легко окиснюваних, у тому числі органічних, речовин (перманганатна окиснюваність до 7 мг/дм³, БПК₂₀ до 3 мг/дм³) та марганцю (до 0,1 мг/дм³), дещо підвищену концентрацію заліза (до 1 мг/л) і відносно невисокі рівні бактеріальної контамінації (кількість лактозопозитивних кишкових паличок не перевищує 1000 у 1 дм³) та фітопланктону (1 000 кл/см³), зараховують до I класу. Така вода може бути доведена відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1] шляхом фільтрування

без коагуляції або із застосуванням невеликих доз коагулянта і знезаражуванням.

Таблиця 1.3 – Показники якості води підземних джерел водопостачання

Показник	Класи вододжерел		
	I	II	III
Каламутність, мг/дм ³	Не більше 1,5	Не більше 1,5	Не більше 10
Забарвленість, градуси	Не більше 20	Не більше 20	Не більше 50
Водневий показник (рН)	6–9	6–9	6–9
Вміст заліза, мг/дм ³	Не більше 0,3	Не більше 10	Не більше 20
Вміст марганцю, мг/дм ³	Не більше 0,1	Не більше 1	Не більше 2
Вміст сірководню, мг/дм ³	–	Не більше 3	Не більше 10
Вміст фтору, мг/дм ³	Не більше 0,7–1,5*	Не більше 0,7–4,5*	Не більше 5
Окиснюваність перманганатна, мгО ₂ /дм ³	Не більше 2	Не більше 5	Не більше 15
Кількість бактерій групи кишкових паличок (БГКП) в 1 дм ³	Не більше 3	Не більше 100	Не більше 1 000
* Вміст фтору залежить від кліматичного поясу			

Таблиця 1.4 – Показники якості води поверхневих джерел водопостачання

Показник	Класи вододжерел		
	I	II	III
Каламутність, мг/дм ³	Не більше 20	Не більше 1 500	Не більше 10 000
Забарвленість, градуси	Не більше 35	Не більше 120	Не більше 200
Запах при температурі 20 і 60°C, бали	Не більше 2	Не більше 3	Не більше 4
Водневий показник (рН)	6,5–8,5	6,5–8,5	6,5–8,5
Вміст заліза, мг/дм ³	Не більше 1	Не більше 3	Не більше 5
Вміст марганцю, мг/дм ³	Не більше 0,1	Не більше 1	Не більше 2
Вміст фітопланктону: мг/дм ³ , або кількість клітин в 1 см ³	Не більше 1 Не більше 1 000	Не більше 5 Не більше 10 000	Не більше 50 Не більше 10 000
Окиснюваність перманганатна, мгО ₂ /л	Не більше 7	Не більше 15	Не більше 20
БСК повне, мгО ₂ /л	Не більше 3	Не більше 5	Не більше 7
Кількість лактозопозитивних кишкових паличок в 1 л води	Не більше 1 000	Не більше 10 000	Не більше 50 000

До II класу належать водні джерела з каламутнішою (до 1 500 мг/дм³) і кольоровістю (до 120°) водою, який має відчутний природний запах інтенсивністю не більше за 3 бали, містить дещо більше легко окиснюваних, особливо органічних речовин (перманганатна окиснюваність до 15 мг/дм³, БСК₂₀ до 5 мг/дм³), має ще вищий вміст заліза (до 3 мг/дм³), відносно високий рівень бактеріальної контамінації (кількість лактозопозитивних кишкових паличок не перевищує 10 000 в 1 дм³) і значні кількості планктону (10 000 кл/см³). Такі водойми визнають порівняно чистими щодо промислових і побутових забруднень, і їх можна використовувати як джерела централізованого господарсько-питного водопостачання. Для очищення такої води прийнятні традиційні методи оброблення: для видалення фітопланктону – мікрофільтрування, для прояснення і знебарвлення – коагулювання з відстоюванням (або прояснення в завислому шарі осаду) і подальшим фільтруванням; коагулювання з двоступеневим фільтруванням, контактне прояснення і, обов'язково, знезаражування.

До III класу зараховано поверхневі джерела, якість води яких не може бути доведеною до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1] за допомогою традиційних методів очищення. Вода таких водойм дуже каламутна (до 10000 мг/дм³), інтенсивно забарвлена в жовто-коричневий колір за рахунок гумінових речовин (кольоровість до 200°), має сильний (але не більше за 4 бали) природний запах, містить багато легко окиснюваних, особливо органічних, речовин (перманганатна окиснюваність до 20 мг/дм³, БПК₂₀ до 7 мг/ дм³), має значний вміст заліза (до 5 мг/дм³), високий рівень бактеріальної контамінації (кількість лактозопозитивних кишкових паличок до 50 000 в 1 дм³) і містить багато планктону (100 000 кл/см³). За такої якості води у поверхневій водоймі для отримання доброякісної питної води недостатньо вжити лише тих методів оброблення, що передбачаються для води II класу. Потрібні додаткові ступені прояснення, застосування окиснювальних та сорбційних методів, ефективніше знезаражування.

Якщо вода поверхневої водойми не відповідає гігієнічним вимогам, тобто за якістю не може вважатися навіть III класом (за деякими або навіть за одним з показників), то її не можна використовувати для централізованого господарсько-питного водопостачання, бо сучасні методи водопідготовки не дають змоги отримати доброякісну питну воду.

1.5 Вплив хімічного складу питної води на здоров'я і умови життя населення

1.5.1 Гігієнічне значення загальної мінералізації води

Дія води на організм людини залежить від її загальної мінералізації, що характеризується сумою всіх розчинних речовин у воді, іонів, біологічно активних елементів. Біологічні молекули побудовані з атомів дрібних елементів: *C, H, O, N, P, S*. Крім того в організмі універсальна функціональність лужних і лужноземельних металів (*Na, K, Ca, Mg*).

Найважливішу, хоча й не універсальну роль відіграють малі кількості інших *Me*: *Ze*, *Zn* та ін. аж до *Mo*. Надлишок водню і кисню в порівнянні з іншими елементами визначається великим вмістом води в організмі. Людина отримує на добу до 20% водню і кисню. Помітна частина з цієї кількості надходить з водою. У місцевостях з прісною водою – від 2 до 5 %, до 20–30 % при високомінералізованій воді.

Гігієнічна оцінка сольового складу питної води ґрунтується не тільки на кількості сухого складу і органолептичних властивостях. Велике значення має конкретна кількість кожної з речовин. Питна вода в залежності від сольового складу, від співвідношення солей може впливати на співвідношення соків і ферментів і динаміку їх виділення, а тим самим і на характер травлення.

Склад солей впливає на водно-сольову рівновагу. На кровообіг, на процеси всмоктування і виділення, що відбуваються в організмі.

Кальцій (*Ca*). У нашому організмі міститься більше, ніж інших *Me* разом узятих (1 кг). Основна маса входить до складу скелета. *Ca* присутній у всіх тканинах і рідинах тварин, рослин і людини. Його іони активують дію багатьох ферментів, що сприяють згортанню крові, регулюють проникність клітинних мембран і є їх складовою частиною, стимулюють передачу нервового імпульсу, є основним учасником м'язового скорочення, зменшують проникність судин. Кальцію властива протизапальна дія і зменшення явищ алергії. Рекомендована кількість *Ca* на добу – 800 мг. Питна вода має важливе значення для збагачення організму іонами *Ca*. Оптимальний вміст кальцію в питній воді 20 мг/л.

Магній (*Mg*). Поряд з *Ca* необхідний для побудови скелета в харчовому раціоні, доза від 400 до 500 мг *Mg*. Іони магнію активують ферменти вуглецевого і енергетичного обміну, нормалізують діяльність м'язів серця, чинять антисептичну та судинорозширювальну дію, стимулюють рухову функцію кишечника та жовчовиділення, сприяють виведенню холестерину з кишечника. Велике значення має співвідношення *Ca* і *Mg*. Кращим співвідношенням в їжі являється $Ca : Mg = 1:0,5$. Необхідний мінімальний рівень *Mg* в питній воді – 10 мг/дм³. Надлишок *Mg* пов'язує в кишечнику частина жирних і жовчних кислот, необхідних для засвоєння *Ca*.

Калій (*K*). Відіграє важливу роль у внутрішньоклітинному обміні, у регуляції водно-сольового обміну. Необхідний для нормальної діяльності м'язів, зокрема, серця. Калій сприяє виведенню з організму води і *Na*, активує ряд ферментів, бере участь у найважливіших обмінних реакціях, у передачі нервових імпульсів.

Натрій (*Na*). Має велике значення у внутрішньоклітинному міжтканинному обміні речовин, активує травні ферменти.

Хлор (*Cl*). Бере участь у регуляції осмотичного тиску і водного обміну, в утворенні *HCl*, шлункового соку, у формуванні плазми, активує ряд ферментів. Хлоридна вода надає гальмівну дію на шлункову секрецію.

Сульфати (SO_4^{2-}). У великих концентраціях (2,5 г/дм³ і >) викликає гальмування секреторної і моторної діяльності шлунка, викликає посилену перистальтику кишечника, що перешкоджає всмоктуванню і нормальному ходу

травлення всіх основних травних речовин, причому, різні експерименти і статистика показують, що адаптації людини до такої води не настає.

Гідрокарбонати (HCO_3^-). Споживання води гідрокарбонатно-натрієвого типу неприємних відчуттів не викликає.

Фосфор (P). З'єднання фосфору беруть участь у всіх процесах життєдіяльності організму. Особливе значення вони мають в обміні речовин і функції нервової та мозкової тканини м'язів, печінки, нирок, в утворенні кісток, ферментів і гормонів. Надлишок фосфору витісняє *Ca* з кісток. Нормальне споживання *P* для людини 1200 мг/добу. Співвідношення *Ca* до *P* – $Ca:P = 1:1-1:1,5$.

Загалом зрушення фізіологічних функцій в організмі спостерігається при з'єднанні в питній воді хлоридів і сульфатів $>$, ніж $0,2 \text{ г/дм}^3$; по кальцію і магнію $>$, ніж $0,1-0,2 \text{ г/дм}^3$. В цілому при з'єднанні солей у питній воді $> 1,5 \text{ г/дм}^3$.

1.5.2 Гігієнічне значення мікроелементного складу питної води

Геохімічні ендемії – це хвороби, що викликаються мінеральним складом рослинності та природних вод в якійсь певній місцевості. На підставі аналізу матеріалу, що характеризується вмістом різних мікроелементів в тканинах тварин і людини і механізму їх біологічної дії всі речовини природного походження можна розділити на дві групи:

1. Речовини, без певної кількості яких життя неможливе.
2. Речовини, без яких існування живої матерії можливо.

Речовини 1-ї групи називають *есенціальними*. Під цим розуміється специфічність їх в прямих метаболічних процесах, необхідних для виживання даного організму і його потомства. До цих речовин відносять: *Fe, Zn, Cu, Mo, Mn, Co*. Заміна іонів цих *Me* іонами інших споріднених *Me* різко знижує активність ферментної системи. Специфічність і незамінність мікроелементів визначається також включенням їх до складу гормонів і вітамінів, а також роллю мікроелементів в кінетиці реакції. За цими ознаками до числа життєво необхідних віднесені: *йод, бром, фтор і селен*. В даний час є також відомості про есенціальні властивості олова, нікелю, ванадію.

До 2-ої групи речовин можуть бути віднесені мікроелементи, які входять до складу *металоферментних комплексів*, де вони міцно пов'язані з білком і в разі нестачі в організмі без особливого збитку для здоров'я можуть бути замінені іншими елементами, що також активують ферментні системи. Введення речовин цієї групи в організм в оптимальних кількостях викликає сприятливі для життєдіяльності зрушення у функціях ряду органів і систем. Одні й ті ж елементи можуть виступати як *синергисти* (поліпшувати дію інших речовин) для одних функціональних систем, і як *антогоністи* для інших. Наприклад, у процесах кровотворення проявляються синергізм шість елементів: *Mn, Co, Zn, Fe, Cu* і *Ni*.

У той же час, наприклад, *Cu* і *Mg* антогоністи при впливі на центральну і периферичну нервову системи. Введення міді в організм попереджає розвиток молібденоза, а надлишкове надходження *Mo* викликає недолік *Cu* в організмі і т.д.

Надходження мікроелементів з питною водою коливається в широких межах. Наприклад, у відсотках від добового раціону: *Mo* – 0,2 %, *I* – 2,5 %, *Mn* – 4 %, *Zn* – 14 %, *Cu* – 28 %, *F* – до 60 %.

Мінеральні солі при надходженні у вигляді водних розчинів всмоктуються організмом із шлунково-кишкового тракту значно швидше і накопичуються у внутрішньоклітинних органах більше, ніж при включенні їх в харчові раціони. Наприклад, йод, що міститься в питній воді, фізіологічно активніший, ніж присутній у харчових продуктах. Така ж закономірність встановлена для великої кількості мікроелементів.

Залізо (*Fe*). Необхідно для нормального кровотворення. Воно є переносником кисню в крові вищих тварин. Бере участь в утворенні гемоглобіну і тканинному диханні. В даний час *Fe* залишається незмінним компонентом при лікуванні малокрів'я. Нормальній здоровій людині необхідно 10–18 мг *Fe* на добу. При дефіциті *Fe* в організмі погіршується клітинне дихання. Це веде до дистрофії тканин і органів і порушення стану організму ще до розвитку анемії. Надлишок *Fe* також шкідливий організму. Було встановлено, що старіння організму супроводжувалося збільшенням кількості *Fe* в ДНК. Вона бере участь у передачі спадкових ознак.

Цинк (*Zn*). *Zn* необхідний для нормальної функції ендокринної системи. Він входить до складу гормону генсуліну, що бере участь у вуглеводному обміні й входить до складу багатьох важливих ферментів, у тому числі ферментів, що забезпечують процеси дихання і кровотворення. Встановлено, що нестача *Zn* у дітей затримує ріст і статевий розвиток. Поряд з цим розчинні сполуки *Zn* отруйні.

Сірка (*S*). Входить до складу білків у вигляді сірковмісних амінокислот метіоніну і цистину, а також, до складу деяких гормонів і вітамінів. Потреба людини в ній близько 1 г на день.

Мідь (*Cu*). Бере участь у кровотворенні і тканинному диханні. В організмі людини міститься ~ 70 мг *Cu*. Надлишок *Cu* шкідливий. *Cu*, як і більшість важких металів, накопичується в організмі, особливо в печінці та мозку. Високі її концентрації можуть привести до порушення функцій центральної нервової системи (ЦНС). Патологічне збільшення *Cu* в організмі відомо як хвороба Вільсона.

Марганець (*Mn*). Ідентичний *Cu* вплив робить *Mn*. Ступінь і спрямованість впливу його залежить від концентрації речовини. Це проявляється в стимулюючій дії малих доз на фонову електричну активність нервової тканини і гальмівний вплив великих доз на частоту серцевих скорочень і активність ряду ферментів.

Кобальт (*Co*). В організмі міститься ~ 1,5 мг. Він активує ряд ферментів.

Молібден (*Mo*). Входить до складу активного центру нітрогенази. Це фермент, що каталізує перетворення азоту і ксантинооксидаза. Це фермент, що бере участь в обміні фурину. Передбачається, що *Mo* в малих дозах стимулює утворення гемоглобіну, а у великих дозах гальмує цей процес. Баланс *Mo* в організмі дуже важливий. Збільшення рівня цього металу пов'язують з подагрою. При подагрі суглоби деформуються і ускладнюється рух.

Хром і нікель (*Cr* і *Ni*). Визнані в даний час важливими *Me* життя. При нестачі *Cr* сповільнюється ріст тварин, скорочується тривалість життя,

порушується вуглеводний обмін, спостерігаються захворювання очей. Передбачається, що нестача *Cr* може призводити до діабету.

Ni активує кілька ферментних систем. Виявлено, що при різних формах анемії рівень *Ni* знижується.

Cr накопичується в організмі, а *Ni* – майже ні, крім легких.

Йод (I). Бере участь в утворенні гормону щитовидної залози тироксину. Питома вага *I* в питній воді в задоволенні фізіологічної потреби людини незначний. Основним джерелом *I* є харчові продукти. Нормальним вважається, коли людина щодоби отримує з питною водою і їжею 0,05–0,1 мг *I*. Недолік *I* викликає захворювання *ендемичний зоб*, особливо при великому вмісті з'єднань фтору, який витісняє в тканинах щитовидної залози йод.

Фтор (F). Він необхідний для побудови кісткової тканини. Недолік *F* в сукупності з іншими факторами (нераціональне харчування, недостатнє опромінення ультрафіолетовими променями, несприятливі умови праці та побуту) викликають *карієс зубів*. Потреба у *F* дорослої людини 3 мг на день. З цієї кількості 1/3 з їжею, 2/3 – з водою. Надлишок *F* викликає *ендемичний флюороз*. Але крім флюорозу надлишок *F* викликає ураження кісткового апарату – *остеосклероз*.

1.5.3 Вплив ряду речовин (токсичних) на організм людини

Встановлено чіткий зв'язок між з'єднанням у воді токсичних речовин і станом здоров'я населення. Наявність у водоймах різних сполук, що виробляються водними мікроорганізмами, призводить до розчинення опадів солей і гідроксидів багатьох важких металів і переводу їх у форми, що проникають крізь мембрани. В результаті метаболічних циклів такі сполуки можуть надходити в живі організми [4].

Вміщені у питній воді отруйні мікродомішки, до яких відносяться з'єднання багатьох металів, при проходженні харчового ланцюга можуть акумулюватися і негативно діяти на організм людини. При проникненні в ДНК вони за деяких умов викликають мутагенний ефект, який в свою чергу веде до онкогенних процесів. Це відноситься до тих речовин, які в нормальних умовах не містяться в організмі або містяться в надзвичайно малих кількостях. Основні метали-отрути: *свинець, ртуть, берилій, кадмій, талій, нікель, ванадій, уран* та ін. Можуть викликати важку інтоксикацію організму, також можуть привести до летального результату.

Токсичну дію можуть виробляти і *Me* життєво важливі для організму, якщо їх кількість перевищує необхідну для обміну речовин.

По токсичності елементи розташовуються в наступному порядку: *ртуть, сурма, свинець, хром, кадмій, нікель, цинк, мідь, залізо*. Також *миш'як, ванадій, олово, молібден*.

Мутагенна активність металів наступна: *ртуть, цинк, срібло, алюміній, кадмій, свинець*. Під мутагенною дією хімічних речовин слід розуміти зміну спадкових властивостей організму, що виявляються у його потомства. Токсична дія елементів виникає внаслідок утворення комплексних сполук з низкою

функціональних угруповань на поверхні або всередині клітини, ферментних білків і т.д.

Іони *Me* реагують з окремими хімічно активними компонентами різних елементів організму. Токсичні *Me*, катіони яких мають високі ковалентні характеристики, блокують сульфгідрильні угруповання в протеїнах. Іони *Me* з порівняно великим значенням ковалентних і електростатичних характеристик легко утворюють координаційні зв'язки з атомами азоту аміногруп. Токсичні *Me* можуть також взаємодіяти з ДНК та ін. важливими елементами ферментної системи. Для ряду *Me* (срібло, марганець, хром, кобальт, ванадій, кадмій, цинк) характерно найбільше накопичення в печінці та нирках.

Розчинні і добре дисоціюючі сполуки свинцю, берилію, урану можуть утворювати міцні зв'язки з кальцієм і фосфором і накопичуватися переважно в кістковій тканині. Тому вміст важких металів в питній воді суворо обмежений.

Ртуть (Hg). Володіє високою токсичністю. Потрапляючи в організм людини, вражає нирки, шкірний покрив, головний мозок, печінку, шлунково-кишковий тракт, викликає порушення обміну речовин. Відноситься до сильних протоплазматичних отрут. При хронічній інтоксикації ртуттю порушуються функції ЦНС і функції внутрішніх органів. Ртуть є стійким забруднювачем. Джерелом надходження ртуті в навколишнє середовище є хімічна, електронна та приладобудівна промисловість. Також при згорянні деяких видів палива. Ртуть сорбується на грубодисперсних домішках, присутніх у воді. ГДК ртуті = 0,0005 мг/дм³.

Кадмій (Cd). Основні сполуки *Cd*, які можуть бути в промисловості – це *CdO*, *CdSO₄*, *CdS*. Найбільш добре розчиняється у воді *CdSO₄*. Утворює *Cd* також ряд неорганічних сполук. Відомі отруєння цими *Me*: головний біль, поганий апетит, погіршення нюху і смаку, викликає носова кровотеча, сухість і біль у носі, частий або постійний нежить, дере в горлі, погіршується слух, з'являється захриплість, іноді виникає виразковий риніт. Якщо людина постійно піддається токсикації, то через 1–2 роки з'являється *кадмієва хвороба*.

При вмісті *CdO* в організмі виникає дефіцит вітамінів *C* і *B₁*.

Можуть також виникати зниження неорганічного фосфору в сироватці крові, стають крихкими кістки.

Свинець (Pb). Джерела – відходи промпідприємств і вихлопні газу. У найбільших кількостях *Pb* накопичується в печінці, нирках, підшлунковій залозі та кістках. Виділяється він через кишечник і нирки з організму. Але при сильних отруєннях свинець виявляють у слині, молоці.

Свинець та його сполуки відносяться до політропних отрут. *Pb* та його сполуки діють на всі органи. Особливо важкі зміни виникають в кровеносній, нервовій системі, серцево-судинній, шлунково-кишковому тракті і печінці. Токсичність різних сполук *Pb* і характер їх дії залежать від неоднакової розчинності сполук у рідинах організму і особливо в шлунковому соці.

Свинець може викликати хронічне отруєння, що повільно розвивається, – *сатурнізм*. Порушується обмін речовин, порфіриновий обмін. Результатом цього порушення в сечі з'являється фермент амінолевулінова кислота – сильне хронічне отруєння свинцем.

При м'якій формі отруєння свинцем уражається ЦНС. При подальшому накопичуванні свинцю може розвиватися анемія і порушення шлунково-кишкового тракту. При подальшій інтоксикації відбувається порушення роботи печінки, серцево-судинної системи.

При сильному отруєнні може виникнути енцефалопатія.

Миш'як (As). Дія його проявляється наступним чином: він відкладається в печінці, селезінці, нирках, в еритроцитах крові, у волоссі, в нігтях. As з організму виводиться непогано. При отруєнні з'являються болі в животі, блювота, пронос, відбувається пригнічення ЦНС, падає кровеносний тиск.

ГДК As у воді = 0,03 мг/дм³.

Цинк (Zn). Перевищення – дуже отруйне. Отруєння викликає порушення азотистого обміну і діє на шлункову секрецію.

Молібден (Mo). Деякі сполуки Mo добре розчиняються у воді, викликають підвищення активності одного з ферментів ферментного обміну. Викликає збільшення вмісту сечової кислоти в крові, викликає розвиток подагри, тобто відкладення солей сечової кислоти в різних органах і тканинах. Найбільш токсичний окис Mo (III).

Стронцій (Sr). Відкладається в кістках. Виведення його відбувається через кишечник. Може викликати порушення координації рухів, пригнічений стан. Sr витісняє Ca з організму. При нестачі Ca заміщує його, що порушує обмін речовин.

Талій (Ta). Клінічна картина отруєння талієм – це нудота, блювота, пронос, шлунково-кишкова кровотеча, біль у грудях, тремтіння кінцівок (тремор), облісіння.

Нітрати. Нітрати потрапляють в організм людини з азотними добривами. Коли кількість азотних добрив, що вводяться, занадто велике, то азот вступає в з'єднання з органічними речовинами, що знаходяться в процесі бродіння, утворюються нітрати. Вони в рослинах під дією ферментів за участю молібдену та ін. мікроелементів перетворюються на амінокислоти і білки. Потрапляючи з їжею в шлунок, вони можуть перетворюватися в нітрити або нітросоаміни. Це канцерогени. Нітрати легко розчиняються в H₂O, і коли вони потрапляють у водойми, то вбивають водну фауну, що погіршує процеси самоочищення водойм.

Гранична норма нітратів – 45 мг/дм³.

Для людини нітрати небезпечні тим, що викликають токсичний ціаноз (*метгемоглобінемія*), в народі називається *синюха*. Особливо небезпечні нітрати в цьому сенсі для дітей грудного віку. Це захворювання викликає синювате забарвлення шкірних покривів і слизових оболонок, спричинених збіднінням крові киснем, тобто підвищеного вмісту в ній відновленого гемоглобіну, що має більш темний колір порівняно з оксигемоглобіном, тобто гемоглобіном, що знаходяться в з'єднанні з O₂. Відбувається розлад кровообігу.

Але самі по собі нітрати не взаємодіють безпосередньо з гемоглобіном. Утворення метгемоглобіну відбувається після перетворення нітратів у нітрити під впливом нітрат-відновлювальної мікрофлори шлунково-кишкового тракту і іноді в тканинах організму.

Критичний вміст нітратів – 150 мг/дм³.

Рівень метгемоглобіну при одних і тих же дозах нітратів тим вище, чим менше вік організму. У перерахунку на гемоглобін тримісячна дитина, на відміну від дорослого, отримує з водою ~ в 12 разів > нітратів і нітритів, тому у дітей перших місяців життя еритроцити містять фетальний гемоглобін, який значно легше і швидше окислюється метгемоглобінотворювачі. Крім того, у дітей рН шлункового соку має зсув у лужну сторону.

Контрольні запитання



1. Розкрийте значення води в життєдіяльності людини.
2. Дайте гігієнічну оцінку поверхневих джерел водопостачання.
3. Дайте гігієнічну оцінку підземних джерел водопостачання.
4. Дайте гігієнічну оцінку систем водопостачання.
5. Охарактеризуйте організацію зон санітарної охорони джерел водопостачання.
6. Як відбувається гігієнічне нормування якості питної води?
7. Як нормуються мікробіологічні та паразитологічні показники якості питної води?
8. Як нормуються токсикологічні показники якості питної води?
9. Як нормуються органолептичні та фізико-хімічні показники якості питної води?
10. Як нормуються показники радіаційної безпеки та фізіологічної повноцінності питної води?
11. Розкрийте гігієнічні вимоги до якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання.
12. На які класи поділяються джерела водопостачання?
13. Розкрийте гігієнічне значення загальної мінералізації води.
14. Розкрийте гігієнічне значення мікроелементного складу питної води.
15. Опишіть вплив токсичних речовин на організм людини.

ТЕМА 2 Методика вивчення хімічних речовин з метою їх нормування

2.1 Гігієнічне нормування. Поняття про допустимі концентрації

В основу сучасного гігієнічного нормування шкідливих речовин покладена розробка гранично допустимої концентрації (ГДК) шкідливої речовини. Під гігієнічним нормуванням розуміють строго певний діапазон параметрів фактору середовища (або факторів), який оптимальний або принаймні прийнятний (безпечний) з точки зору збереження нормальної життєдіяльності та здоров'я людини в людській популяції і майбутніх поколінь. Виходячи з цього, параметри нормованого фактору і тривалості дії не повинні викликати несприятливих функціональних зрушень в організмі, не повинні чинити негативного впливу на фізичний і психічний розвиток підростаючого покоління, на самопочуття і працездатність людини. При нормуванні шкідливої

речовини у воді водойм визначають порогові концентрації за трьома основними критеріями (ознаками): викликають погіршення органолептичних властивостей води (органолептична ознака); токсична дія на здоров'я населення (санітарно-токсикологічний ознака) і порушення процесів самоочищення водойми, тобто вплив на загальносанітарна режим водойми (загальносанітарна ознака).

Одним з основних параметрів, що мають правове значення, і дозволяють судити про якість навколишнього середовища з точки зору її чистоти є показник гранично допустимої концентрації (ГДК).

Під ГДК слід розуміти таку концентрацію хімічної сполуки, яка при щоденному впливі протягом тривалого часу на організм людини не викликає яких-небудь патологічних змін або захворювань, що виявляються сучасними методами досліджень, а також не порушує біологічного оптимуму для людини.

Даний показник встановлює вимоги до якості навколишнього середовища з точки зору її безпеки для здоров'я людини. Здоров'я людини тісно пов'язане адаптивними зв'язками з навколишнім середовищем, яка формується природою, суспільством і господарською діяльністю людини. Цей показник служить комплексним критерієм якості навколишнього середовища. В даний час встановлено ГДК для > 500 шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування і близько 70 речовин у воді водних об'єктів, що використовуються для рибо-господарських цілей.

Показники ГДК затверджуються органами санітарного нагляду держави. Гігієнічними нормативами регламентують вміст забруднюючих речовин тільки в тих водоймах, які використовуються для господарсько-питних і культурно-побутових цілей, включаючи рекреаційне водокористування (купання, спорт тощо) і не на всьому протязі водойми або в місцях випуску стічних вод, а тільки у перших від джерела забруднення пунктів водокористування (рис. 2.1).

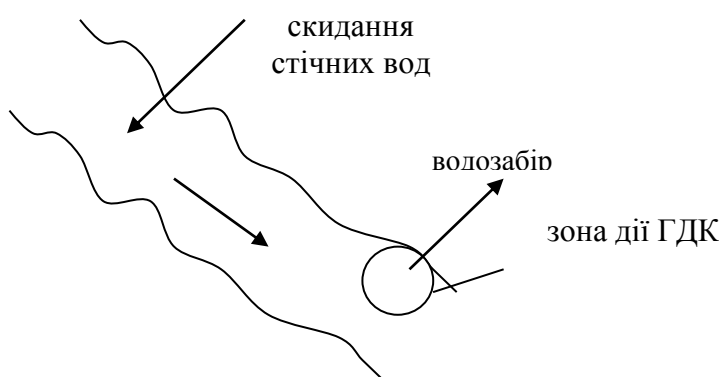


Рисунок 2.1 – Зона дії ГДК

Окрім ГДК до гігієнічних нормативів відносяться:

1. ГДР (гранично допустимий рівень шкідливо діючих фізичних факторів середовища, що виникають в результаті діяльності людини (найчастіше застосовується до радіоактивних забруднень);

2. ТДК (ОБРВ) тимчасова допустима концентрація (орієнтований безпечний рівень впливу) хімічної речовини у воді; встановлюється розрахунковим шляхом в мг/л; норматив тимчасовий на 3 роки. Застосовується по відношенню до речовин, на які не встановлено ГДК;

3. ЛД₅₀ – летальна доза хімічної речовини, що викликає при веденні в організм загибель 50 % тварин; вимірюється в мг/кг. Значення ЛД₅₀ виміряють також в мг молекул на кг (мМ/кг або мА/кг). Для перекладу мг/кг в мМ/кг треба виключити значення величини ЛД₅₀ поділом на молекулярну масу; для перекладу мг/кг в мА/кг – початкове значення на молекулярну масу і помножити на число атомів нормованого елемента, що входить в молекулу речовини;

4. ППК_т (МНК) підпорогова концентрація (максимально недіюча концентрація) хімічної речовини, що визначається за санітарно-технічною ознакою при надходженні в організм хімічної речовини з водою, мг/л;

5. ППД_т (МНД) підпорогова доза (максимально недіюча доза) хімічної речовини, що визначається за санітарно-технічною ознакою при надходженні в організм хімічної речовини з водою, мг/кг. Приблизно вважається, що МНД = МНК/20;

6. ППК_{корл} – підпорогова концентрація (0 ... 1) бал хімічної речовини у водоймі, визначається за органолептичними показниками (запах, присмак);

7. ППК_{с.р.в.} підпорогова концентрація речовини, що не впливає на санітарний режим водойми, тобто на сапрофітну мікрофлору, БПК та ін., мг/л.

Ці нормативи є основою для стандартизації гідросфери. Вони є мірою оцінки стану навколишнього середовища, вихідним критерієм для проведення оздоровчих заходів, для прогнозування впливу забруднення на здоров'я населення. В даний час введено ще один показник ГДВ, але він застосовується для повітря і для води (гранично допустимий викид речовин у водний об'єкт) – це маса речовини в стічних водах, максимально допустима до відведення з установленим режимом у даному пункті водного об'єкта в одиницю часу з метою забезпечення норм якості води в контрольному пункті.

2.2 Основний принцип розробки нормативів. Критерії нормування

Сучасний підхід до нормування шкідливих речовин враховує принцип пороговості в гігієнічних дослідженнях з нормування хімічних, фізичних та біологічних факторів навколишнього середовища. Поняття пороговості ґрунтується на визначенні поняття гігієнічного нормативу хімічного, фізичного або біологічного фактору – ГДК, дози або рівня, при впливі якого на організм людини прямо або опосередковано через екологічні системи, а також через можливий економічний збиток не виникає соматичних або психічних захворювань (у тому числі прихованих і тимчасово компенсованих) або змін стану здоров'я, що виходять за межі пристосувальних фізіологічних реакцій, які виявляються сучасними методиками досліджень відразу або в окремі строки життя теперішнього або наступних поколінь.

Важливими методологічними питаннями гігієнічного нормування є:

1) можливість перенесення даних, отриманих в експерименті на тварин на людину;

2) поняття про поріг шкідливої дії, тому що нормовані ГДК або ГДР повинні бути нижче його. Експеримент проводиться таким чином: вибираються піддослідні тварини (кролі, собаки, морські свинки, щури). Піддослідні тварини діляться на кілька підгруп. Кожній підгрупі тварин вводиться певна доза шкідливої речовини (за збільшенням). Крім того, складається контрольна незатравлена група аналогічних тварин, які утримуються в умовах, рівноцінних з тваринами основних груп. За цими всіма тваринами проводять регулярне комплексне спостереження, тобто через певний проміжок часу знімаються показники стану здоров'я тварин і порівнюються всі групи. Таким чином, встановлюються дози і терміни дії для цих доз, які призводять до зміни стану здоров'я. Коригування встановленого експериментальним шляхом нормативу проводиться на підставі епідеміологічних досліджень і спостережень за кількістю речовини в крові людей, які проживають у певних умовах навколишнього середовища.

Методична схема вивчення шкідливих речовин для гігієнічного нормування їх вмісту у воді водойм наступна:

1) перевіряється і складається фізично-хімічна характеристика речовини, визначається стабільність і трансформація речовин у водних розчинах, а також фактори, що впливають на можливе самоочищення води від досліджуваної речовини;

2) вивчається вплив речовини на загальний санітарний режим водойми (на самоочищення водойми від побутового забруднення); вивчається також мінералізація органічного забруднення за БПК і розвитком бактеріальної флори, вивчається також нітрифікація органічного забруднення;

3) вивчається вплив речовини на органолептичні властивості води і м'яса риб. При цьому вивчається інтенсивність зміни органолептичних властивостей води і м'яса риб, а також фактори, що впливають на інтенсивність органолептичних властивостей води і якості м'яса риб;

4) вивчається вплив речовини на здоров'я населення, в тому числі токсикологічні особливості досліджуваної речовини, проводиться також санітарно-токсикологічна оцінка тривалої дії малих концентрацій досліджуваної речовини.

Всі ці чотири напрямки вивчаються паралельно. Потім проводяться комплексні гігієнічні спостереження в районі нижче спуску стічної води у водойми (санітарний режим водойми, його самоочищення від шкідливих речовин, характер використання водойми, вплив водойми на санітарні умови життя населення і його здоров'я). Вивчається також захисна здатність сучасних прийомів очищення та знезараження питної води. Після цього виконується комплексна оцінка результатів виконаних досліджень і рекомендація лімітуючої ознаки шкідливості та ГДК для досліджуваної речовини.

Виходячи із загальної концепції гігієнічне нормування шкідливих хімічних речовин у навколишньому середовищі базується на наступних принципах:

1) принцип збереження сталості внутрішнього середовища організму і забезпечення його єдності з навколишнім середовищем, що припускає гарантію

відсутності прямого або опосередкованого впливу речовини на здоров'я людини в концентраціях, що не перевищують ГДК;

2) принцип пороговості, що підкреслює можливість встановлення концентрацій, при яких не спостерігається яких-небудь змін функціонального стану організму, що визначається сучасними методами досліджень;

3) встановлення ГДК за результатами моделювання різних видів біологічної дії речовини в експерименті. Тільки в експерименті можна встановити всі прояви загальнотоксичної дії і наявність віддалених ефектів речовини;

4) залежність біологічного ефекту від дози і тривалості впливу. Цей принцип необхідно враховувати при плануванні токсикологічних експериментів. Від того, наскільки адекватно обрані дози речовини, тривалість і методи спостереження за функціональним станом організму тварин в експерименті, залежить надійність встановлення ГДК. Займатися цими дослідженнями мають право в Україні кілька організацій;

5) комплексність досліджень, що передбачає оцінку трьох ознак шкідливості речовини (або критеріїв): санітарно-токсикологічний (експерименти на тваринах), органолептичний, загальносанітарний за впливом на процеси природного самоочищення. Обов'язковим є визначення лімітуючої ознаки шкідливості, що характеризується найменшою пороговою (або підпороговою для санітарно-токсикологічної ознаки) концентрацією;

6) етапність обґрунтування ГДК передбачає оптимальні витрати сил і засобів, адекватних завданням експерименту і токсикодинамічним властивостями речовини. У ряді випадків принцип етапності сприяє скороченню обсягу досліджень.

2.2.1 Критерії нормування

Кожну токсичну речовину досліджують в наступних трьох напрямках: *санітарно-токсикологічному, органолептичному, загальносанітарному.*

При *санітарно-токсикологічному оцінюванні* визначають найбільшу концентрацію випробовуваної речовини у воді, яке в тривалому хронічному експерименті ще не викликає у піддослідних тварин помітних зрушень у стані здоров'я при використанні чутливих фізіологічних, біохімічних, гістологічних методів досліджень.

При *органолептичному оцінюванні* визначають ту найбільшу концентрацію випробовуваної речовини, яка ще не викликає зміни органолептичних властивостей води.

При вивченні *загальносанітарного значення* випробовуваної речовини знаходять ту найбільшу її концентрацію, яка ще не впливає на процеси самоочищення у воді, на водну флору і фауну.

Після проведення всіх перерахованих досліджень ГДК тої чи іншої речовини у водоймі встановлюють по тому показнику шкідливої дії, який характеризується найменшою пороговою концентрацією. Наприклад, сполуки фтору викликають флюороз зубів при концентрації фтору, що перевищує $1,5 \text{ мг/дм}^3$; органолептичні властивості води змінюються при концентрації фтору, що перевищує 10 мг/дм^3 ; а процеси самоочищення порушуються, якщо концентрація фтору у воді $> 100 \text{ мг/дм}^3$. Значить, для F лімітуючою ознакою шкідливості є санітарно-токсикологічна, $\text{ГДК}_{F \text{ у воді}} = 1,5 \text{ мг/дм}^3$.

Контрольні запитання



1. Розкрийте поняття гігієнічного нормування.
2. Розкрийте поняття гранично допустимої концентрації.
3. Опишіть гігієнічні нормативи і область їх застосування.
4. Розкрийте основний принцип розробки нормативів.
5. Опишіть критерії нормування.
6. Опишіть інфекційні хвороби, що передаються через воду.

ТЕМА 3 Гігієнічні вимоги до води, що використовується на різних підприємствах

3.1 Гігієнічні вимоги до якості води для різних категорій водокористування

До спеціальних методів поліпшення якості питної води відносяться: кондиціонування мінерального складу, видалення присмаків, запахів, дезактивація і т. д. Всі види кондиціонування мінерального складу води можуть бути розділені на 2 групи:

1) видалення з води надлишку солей або газів (пом'якшення, опріснення, знезалізнення, дезодорація, дезактивація, дефторування та ін.);

2) додавання до води тих чи інших солей з метою поліпшення її органолептичних властивостей або підвищення вмісту мікроелементів, яких недостатньо в воді та харчових продуктах (наприклад, фторування).

Після спецобробки на водопроводі вода підлягає обов'язковому знезараженню.

Дезодорація – усунення присмаків і запахів води. Досягається аеруванням води, обробкою окислювачами (озонування, діоксидом хлору, високими дозами хлору, перманганатом калію), фільтруванням через шар активованого вугілля. Вибір методу дезодорації залежить від походження присмаків і запахів.

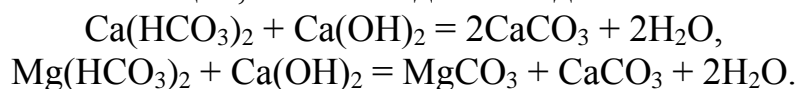
Знезалізнення проводиться шляхом розбризкування води з метою аерації в спеціальних пристроях – градирнях. При цьому двовалентне залізо окислюється в гідроксид заліза (III), що осаджується у відстійнику або затримується в фільтрі. Якщо концентрація солей заліза перевищує 5 мг/л, необхідно попереднє осадження його солей.

Пом'якшення – зниження природної жорсткості води. До методів пом'якшення води відносяться:

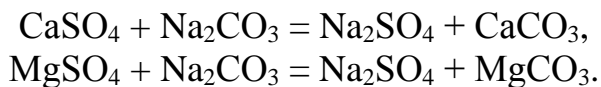
- 1) реагентні;
- 2) іонного обміну;
- 3) термічний.

З *реагентних* методів найбільш поширений содово-вапняний, за допомогою якого кальцій і магній осідають у відстійнику у вигляді нерозчинних солей (кальцію, магнію карбонатів і ін.). Вапно (гідроксид кальцію), внесений у воду в більшій кількості, ніж це необхідно для зв'язування

вуглекислоти (діоксид вуглецю), взаємодіє з гідрокарбонатом кальцію, утворюючи карбонат кальцію, який випадає в осад:



Для видалення сульфатів кальцію і магнію у воду додають розчин карбонату натрію:



Більш сучасним методом є фільтрація води через фільтри, заповнені *іонітами*, – катіонітне пом'якшення.

Іоніти можуть бути природного або штучного (мінерального або органічного) походження, практично нерозчинні у воді і органічних розчинниках. Здатні обмінювати свої іони на іони розчину. Більшість іонітів – високомолекулярні сполуки сітчастої або просторової структури. Іоніти ділять на катіоніти (здатні обмінювати катіони) і аніоніти (здатні обмінювати аніони).

З метою пом'якшення воду фільтрують через шар природних (глауконітовий пісок) або штучних катіонітів товщиною 2-4 м. При цьому іони кальцію і магнію (Ca^{2+} , Mg^{2+}) води обмінюються на Na^+ або H^+ катіоніта. У практиці водопідготовки можуть бути використані лише ті катіоніти, які отримали гігієнічну оцінку і дозволені для використання Міністерством охорони здоров'я.

Пом'якшення води *кип'ятінням* дає можливість позбавити воду тільки від усуненої жорсткості за рахунок розкладу гідрокарбонатів кальцію і магнію до нерозчинних карбонатів, які випадають в осад.

Вибір того чи іншого способу визначається необхідним ступенем пом'якшення (найкращий результат, наближений до 100 %, дає використання катіонітів), залежить від кількості води, яку необхідно обробити, технічних і економічних розрахунків.

Опріснення води – це видалення розчинених у ній мінеральних солей до величин, рекомендованих держстандартом, при яких вода стає придатною для пиття або технічних потреб. Найбільш поширеними методами опріснення води на водопроводах є дистиляція, хімічні (іонний обмін, реагентні), із застосуванням селективних мембран (електродіаліз, гіперфільтрація) та ін.

Опріснену воду обробляють, оптимізуючи для пиття: фільтрують через активоване вугілля (видаляють присмаки і запахи), фторують і збагачують мінеральними солями, пропускаючи через фільтри з мармуровою крихтою і додаючи частину неопрісненої води.

Опріснення високомінералізованих (солонуватих і солоних, у тому числі морських і океанічних) вод є перспективним способом поповнення дефіциту прісних вод в маловодних і аридних районах. Опріснення досягають або видаленням з води надлишків солей, або сепарацією молекул H_2O . Сепарація пов'язана в більшості випадків (крім методу екстракції і зворотного осмосу) з переходом води в пароподібний або твердий (лід) стан, тобто зі зміною її агрегатного стану.

У промисловому масштабі використовують 5 основних методів опріснення води: дистиляція, виморожування, зворотний осмос, електродіаліз, іонний обмін.

Дистиляційний процес є одним з найбільш дешевих, тому сьогодні як за кількістю опріснювальних установок, так і, особливо, за їх сумарною продуктивністю методи дистиляції займають домінуюче становище.

Продуктивність випарних опріснювальних установок істотно залежить від максимальної температури нагрівання опріснюваної води і ступеня рекуперації тепла. За характером використання теплової енергії та ступеня її рекуперації дистиляційні установки поділяють на одно-, багатоступінчасті і парокомпресійні.

Вартість теплової енергії становить 30–40 % вартості опріснення води методом дистиляції. У зв'язку з цим в районах з високою інтенсивністю сонячної радіації знайшли застосування сонячні опріснювачі парникового типу або з концентрацією сонячного тепла дзеркальними відбивачами. Зазвичай максимальна температура нагрівання води в геліоустановках не перевищує 65–70 °С, а їх продуктивність залежить від поверхні, що випаровує і коливається в межах до 4–5 л/м² на добу. Геліоустановки застосовують переважно для отримання невеликої кількості прісної води.

Опріснення води методом *виморожування* засноване на тому, що температура замерзання солоної води нижче температури замерзання прісної. Методи виморожування економніше дистиляції. Оптимальним є охолодження води при 0 °С. Важливою умовою є повільний плин термодинамічних процесів. Технологією цієї групи методів передбачена двоетапність процесу:

I етап – часткове опріснення льоду при повільному замерзанні води нижче 0 °С (утворення агрегатів з кристалів прісного льоду, між якими є порожнечі, заповнені замерзшим розсолон);

II етап – отримання прісної води при повільному розтоплюванні льоду (спочатку тане і стікає з першими порціями води розсіл, лід опріснюється і при подальшому таненні утворюється прісна вода).

Мембранні методи є найпростішими, проте вони рентабельні лише при обробці води з невисоким вмістом солей.

Електродіалізнний метод опріснення води заснований на принципі поділу солей в електричному полі через селективні напівпроникні іонітові мембрани: катіони солей, рухаючись під впливом електричного струму до катода, вільно проходять через катіонітові мембрани і затримуються аніонітових, аніони солей – навпаки. Поперемінне розміщення мембран в електродіалізному апараті обумовлює утворення камер опріснення води, що чергуються з камерами концентрату.

Метод *зворотного осмосу (гіперфільтрація)* заснований на опрісненні води шляхом фільтрації її під високим тиском (50–100 атм) через напівпроникні мембрани, які пропускають молекули води, але затримують більш крупні гідратовані іони розчинених у воді солей. Сьогодні широке застосування отримали мембрани з ацетатів целюлози, поліамідних сполук, поліакрилової кислоти, нейлону.

Метод *іонного обміну* широко застосовують для опріснення вод з вмістом солі до 2–3 г/дм³, пом'якшення і глибокого знесолення прісних вод. Заснований він на застосуванні практично нерозчинних у воді іонообмінних зернистих матеріалів – катіонітів і аніонітів.

Для опріснення води зазвичай використовують катіоніти у водневій і аніоніти в гідроксильній формах, тобто, попередньо заряджені відповідно обмінними катіонами водню (H-катіоніт) або гідроксильними аніонами (ОН-аніоніт). Реакції іонного обміну підкоряються закону дії мас, тому регенерація катіонітів і аніонітів при їх виснаженні відповідно здійснюється концентрованими в достатній мірі розчинами кислот і основ.

Опріснені води зазвичай не зовсім придатні для пиття, що зумовлює потребу у відповідному їх кондиціонуванні: поліпшенні органолептичних властивостей, доочищенню, корекції макро- і мікроелементного складу, знезараженні. Санітарно-технічні вимоги до якості початкових і опріснених вод, а також до застосування різних методів опріснення високомінералізованих вод для питних цілей відображені в документі ВООЗ «Гігієнічні аспекти опріснення води», 1980 р. («Guidelines on Health Aspects of Water Desalination», Sidorenko GI, Rachmanin YA WHO, Geneva, ETS / 80.4. – 60 р.).

Деактивація. Коагуляція, відстоювання і фільтрація води на водопроводах знижує вміст радіоактивних речовин у ній на 70–80 %. З метою більш глибокої дезактивації воду фільтрують через катіоно- і аніонообмінні смоли.

Дефторування води. Показання до використання цього методу – підвищений (понад 1,5 мг/дм³) вміст фтору у воді і велика кількість серед населення хворих на флюороз зубів II і вище ступенів. Дефторування води показано лише тоді, коли для оздоровлення ендемічного вогнища флюорозу неможливо змінити джерело водопостачання або розбавляти його водою з низькою концентрацією фтору.

При дефторуванні концентрацію фтору у воді доводять до оптимальної для певної місцевості. Для видалення з води надлишку фтору запропоновано безліч методів, які можна розділити на реагентні (методи осадження) і фільтраційні. Реагентні методи ґрунтуються на сорбції фтору свіжоосадженими гідроксидами алюмінію або магнію. Цей метод рекомендується для обробки поверхневих вод, оскільки, крім фторування, досягається ще й освітлення, і знебарвлення.

Очищення води від надлишку фтору можна проводити за допомогою її фільтрування через аніонообмінні смоли. В якості іонообмінного матеріалу часто використовують активований і гранульований оксид алюмінію. Іноді зменшити вміст фтору у воді можна за рахунок розведення її водою з джерела з мінімальною кількістю фтору.

Фторування води. Вибір дози фтору повинен забезпечити протикаріозний ефект. Однак, якщо вміст фтор-іона у воді перевищує 1,5–2,0 мг/дм³, це призведе до поразки населення флюорозом. Ось чому під час фторування води вміст у ній фтор-іона має бути в межах 70–80 % від максимальних рівнів відповідно до різних кліматичних районів – в межах 0,7–1,5 мг/дм³.

Для фторування питної води можна використовувати фторвмісні сполуки,

зокрема кремнефтористий натрій (Na_2SiF_6), кремнефтористу кислоту H_2SiF_6 , фторид натрію (NaF), кремнефтористий амоній $(NH_4)_2SiF_6$, фторид кальцію (CaF_2), фтористоводневу кислоту (HF) і т.п. Є два способи фторування води: протягом року однією дозою і посезонно зимовою та літньою дозами. У першому випадку протягом року додають однакову дозу фтору, яка відповідає кліматичним умовам населеного пункту. Якщо доза змінюється в залежності від сезону року, то в холодний період, коли середньомісячна температура повітря (в 13.00) не перевищує 17–18°C, воду можна фторувати на рівні 1 мг/л, а в теплий період (наприклад, у червні – серпні) – на більш низькому рівні. Це залежить від середньої максимальної температури (в 13.00) в ці місяці. Наприклад, при температурі 22–26 °C використовують дозу 0,8 мг/дм³ фтор-іона, при 26–30 °C і вище – 0,7 мг/дм³.

3.2 Методи знезараження води

Вода природних джерел питного водопостачання, як правило, не відповідає гігієнічним вимогам до питної води і вимагає перед подачею населенню підготовки – очищення та знезараження.

Очищення води, що включає її освітлення і знебарвлення, є першим етапом у підготовці питної води. В результаті очищення з води віддаляються зважені речовини, яйця гельмінтів і значна частина мікроорганізмів. Але частина патогенних бактерій і вірусів проникає через очисні споруди і міститься в фільтрованій воді. Для створення надійного і керованого бар'єру на шляху можливої передачі через воду кишкових інфекцій та інших не менш небезпечних хвороб застосовується її знезараження, тобто знищення живих і вірулентних патогенних мікроорганізмів – бактерій і вірусів. Адже саме мікробіологічні забруднення води займають перше місце в оцінці ступеня ризику для здоров'я людини. Сьогодні доведено, що небезпека захворювань від присутніх у воді хвороботворних мікроорганізмів в тисячі разів вище, ніж при забрудненні води хімічними сполуками різної природи. Тому знезараження до меж, що відповідають встановленим гігієнічним нормативам, є обов'язковою умовою отримання води питної якості.

У практиці комунального водопостачання використовують реагентні (хлорування, озонування, вплив препаратами срібла), безреагентні (ультрафіолетові промені, вплив імпульсними електричними розрядами, гамма-променями та ін.) і комбіновані методи знезараження води. У першому випадку належний ефект досягається внесенням у воду біологічно активних хімічних сполук. Безреагентні методи знезараження передбачають обробку води фізичними впливами. А в комбінованих методах використовуються одночасно хімічний та фізичний вплив.

При виборі методу знезараження слід враховувати небезпеку для здоров'я людини залишкових кількостей біологічно активних речовин, які застосовуються для знезараження або утворюються в процесі знезараження, можливість зміни фізико-хімічних властивостей води (наприклад, утворення вільних радикалів). Важливими характеристиками методу знезараження є також

його ефективність відносно різних видів мікронаселення води, залежність ефекту від умов середовища.

При хімічних способах знезараження питної води для досягнення стійкого знезаражувального ефекту необхідно правильно визначити дозу реагенту, що вводиться, і забезпечити достатню тривалість його контакту з водою. Доза реагенту визначається пробним знезараженням або розрахунковими методами. Для підтримки необхідного ефекту при хімічних способах знезараження питної води доза реагенту розраховується з надлишком (залишковий хлор, залишковий озон), що гарантує знищення мікроорганізмів, що потрапляють у воду деякий час після знезараження.

При фізичних способах необхідно підвести до одиниці об'єму води задану кількість енергії, яка визначається як добуток інтенсивності впливу (потужності випромінювання) на час контакту.

Існують і інші обмеження у використанні того чи іншого методу знезараження води. На цих обмеженнях, а також на перевагах і недоліках методів знезараження ми докладно зупинимося нижче.

3.2.1 Реагентні (хімічні) методи знезараження питної води

Хлорування. Найпоширеніший і перевірений спосіб дезінфекції води – первинне хлорування. В даний час цим методом знезаражується 98,6% води. Причина цього полягає в підвищеній ефективності знезараження води та економічності технологічного процесу в порівнянні з іншими існуючими способами. Хлорування дозволяє не лише очистити воду від небажаних органічних і біологічних домішок, але і повністю видалити розчинені солі заліза і марганцю. Інша найважливіша перевага цього способу – його здатність забезпечити мікробіологічну безпеку води при її транспортуванні користувачеві завдяки ефекту післядії.

Істотний недолік хлорування – присутність в обробленій воді вільного хлору, яке погіршує її органолептичні властивості та є причиною утворення побічних галогенвмісних сполук (ГВС). Більшу частину ГВС складають тригалометани (ТГМ) – хлороформ, діхлорбромметан, дібромхлорметан і бромформ. Їх утворення обумовлено взаємодією сполук активного хлору з органічними речовинами природного походження. Цей процес розтягнутий у часі до декількох десятків годин, а кількість утворюваних ТГМ за інших рівних умов тим більше, чим вище рН води. Для усунення домішок потрібно доочищення води на вугільних фільтрах. В даний час гранично допустимі концентрації для речовин, що є побічними продуктами хлорування, встановлені в різних розвинених країнах у межах від 0,06 до 0,2 мг/дм³ і відповідають сучасним науковим уявленням про ступінь їх небезпеки для здоров'я.

Для хлорування води використовуються такі речовини як власне хлор (рідкий або газоподібний), діоксид хлору та інші хлорвміщуючі речовини.

Хлор

Хлор є найбільш поширеним з усіх речовин, що використовуються для знезараження питної води. Це пояснюється високою ефективністю, простотою

використовуваного технологічного обладнання, дешевизною застосовуваного реагенту – рідкого чи газоподібного хлору – і відносною простотою обслуговування.

Дуже важливою і цінною якістю використання хлору є його післядія. Якщо кількість хлору взято з деяким розрахунковим надлишком, так щоб після проходження очисних споруд у воді містилося 0,3–0,5 мг/л залишкового хлору, то не відбувається вторинного росту мікроорганізмів у воді.

Однак, хлор є сильноїючою токсичною речовиною, що вимагає дотримання спеціальних заходів щодо забезпечення безпеки при його транспортуванні, зберіганні та використанні; заходів з попередження катастрофічних наслідків у надзвичайних аварійних ситуаціях. Тому ведеться постійний пошук реагентів, що поєднують позитивні якості хлору і не мають його недоліків.

Одночасно із знезараженням води протікають реакції окислення органічних сполук, при яких у воді утворюються хлорорганічні сполуки, що володіють високою токсичністю, мутагенністю та канцерогенністю. Подальше очищення води на активному вугіллі не завжди може видалити ці сполуки. Крім того, що ці хлорорганічні сполуки, що володіють високою стійкістю, стають забруднювачами питної води, вони, пройшовши через систему водопостачання та каналізації, викликають забруднення річок вниз за течією.

Присутність у воді побічних сполук – один з недоліків використання як газоподібного дезинфектанта, так і рідкого хлору (Cl_2).

Діоксид хлору

В даний час для знезараження питної води також пропонується застосування діоксиду хлору (ClO_2), який має низку переваг, таких як: більш висока бактерицидна та дезодоруюча дія, відсутність в продуктах обробки хлорорганічних сполук, поліпшення органолептичних якостей води, відсутність необхідності перевезення рідкого хлору. Однак діоксид хлору дорогий і повинен вироблятися на місці за досить складною технологією. Його застосування має перспективу для установок відносно невеликої продуктивності.

Дія на хвороботворну флору ClO_2 обумовлена не тільки високим вмістом при реакції вивільнюемого хлору, а й атомарним киснем, що утворюється. Саме це поєднання робить діоксид хлору більш сильним знезаражувальним агентом. Крім того, він не погіршує смак і запах води. Стримуючим фактором у використанні даного дезинфектанта до останнього часу була підвищена вибухонебезпечність, що ускладнювала його виробництво, транспортування і зберігання. Однак сучасні технології дозволяють усунути цей недолік за рахунок виробництва діоксиду хлору безпосередньо на місці застосування.

Гіпохлорит натрію

Технологія застосування гіпохлориту натрію (NaClO) заснована на його здатності розпадатися у воді з утворенням діоксиду хлору. Застосування концентрованого гіпохлориту натрію на третину знижує вторинне забруднення, порівняно з використанням газоподібного хлору. Крім того, транспортування і зберігання концентрованого розчину NaClO досить прості і не вимагають підвищених заходів безпеки. Також отримання гіпохлориту натрію можливо і безпосередньо на місці, шляхом електролізу. Електролітичний метод

характеризують малі витрати і безпека; реагент легко дозується, що дозволяє автоматизувати процес знезараження води.

Хлорвмісні препарати

Застосування для знезараження води хлорвмісних реагентів (хлорного вапна, гіпохлориту натрію і кальцію) менш небезпечно в обслуговуванні і не вимагає складних технологічних рішень. Правда, реагентне господарство, що використовується при цьому, більш громіздке, що пов'язано з необхідністю зберігання великих кількостей препаратів (в 3–5 разів більше, ніж при використанні хлору). У стільки ж разів збільшується обсяг перевезень. При зберіганні відбувається часткове розкладання реагентів зі зменшенням вмісту хлору. Залишається необхідність влаштування системи припливно-витяжної вентиляції та дотримання заходів безпеки для обслуговуючого персоналу. Розчини хлорвмісних реагентів корозійно-активні і вимагають обладнання і трубопроводів з нержавіючих матеріалів або з антикорозійним покриттям.

Все більшого поширення, особливо на невеликих станціях водопідготовки, набувають установки з виробництва активних хлорвмісних реагентів електрохімічними методами. Кілька підприємств пропонують установки типу «Санер», «Санатор», «Хлорел-200» для виробництва гіпохлориту натрію методом діафрагменного електролізу кухонної солі.

Озонування. Перевага озону (O_3) перед іншими дезінфектантами полягає в притаманних йому дезінфікуючих та окислювальних властивостях, обумовлених виділенням при контакті з органічними об'єктами активного атомарного кисню, що руйнує ферментні системи мікробних клітин і окисляє деякі сполуки, які надають воді неприємний запах (наприклад, гумінові основи). Крім унікальної здатності знищення бактерій, озон має високу ефективність у знищенні спор, цист та багатьох інших патогенних мікробів. Історично застосування озону почалося ще в 1898 р. у Франції, де вперше були створені дослідно-промислові установки з підготовки питної води.

Кількість озону, необхідного для знезараження питної води, залежить від ступеня забруднення води і складає 1–6 мг/л при контакті в 8–15 хв.; кількість залишкового озону має становити не більше 0,3–0,5 мг/л, тому більш висока доза додає воді специфічний запах і викликає корозію водопровідних труб.

З гігієнічної точки зору озонування води – один з кращих способів знезараження питної води. При високому ступені знезараження води воно забезпечує її найкращі органолептичні показники і відсутність високотоксичних і канцерогенних продуктів в очищеній воді.

Обмеженнями для поширення технології озонування є висока вартість обладнання, велика витрата електроенергії, значні виробничі витрати, а також необхідність висококваліфікованого обладнання. Останній факт зумовив використання озону лише при централізованому водопостачанні. Крім того, в процесі експлуатації встановлено, що в ряді випадків (якщо температура оброблюваної природної води перевищує 22 °C) озонування не дозволяє досягти необхідних мікробіологічних показників по причині відсутності ефекту пролонгації дезінфікуючого впливу.

Метод озонування води технічно складний і найбільш дорогий серед інших методів знезараження питної води. Технологічний процес включає

послідовні стадії очищення повітря, його охолодження і осушення, синтезу озону, змішування озоноповітряної суміші з оброблюваною водою, відведення та деструкції залишкової озоноповітряної суміші, виведення її в атмосферу. Все це обмежує використання даного методу в повсякденному житті.

Іншим істотним недоліком озонування є токсичність озону. Гранично допустимий вміст цього газу в повітрі виробничих приміщень – 0,1 г/м³. До того ж існує небезпека вибуху озоноповітряної суміші.

Існуючі конструкції сучасних озонаторів представляють собою велику кількість близько розташованих осередків, утворених електродами, один з яких знаходиться під високою напругою, а другий – заземлений. Між електродами з певною періодичністю виникає електричний розряд, в результаті якого в зоні дії осередків з повітря утворюється озон. Отриманою озоноповітряною сумішшю барботують оброблювану воду. Підготовлена таким чином вода за смаком, запахом та іншим властивостям перевершує воду, оброблену хлором.

Інші реагентні засоби дезинфекції води

Застосування важких металів (мідь, срібло та ін.) для знезараження питної води засновано на використанні їх «олігодінамічної» властивості – здатності надавати бактерицидну дію в малих концентраціях. Ці метали можуть вводитися у вигляді розчинів солей або методом електрохімічного розчинення. В обох цих випадках можливий непрямий контроль їх вмісту у воді. Слід зауважити, що ГДК іонів срібла та міді в питній воді досить жорсткі, а вимоги до води, що скидається в рибогосподарські водойми, ще вище.

До хімічних способів знезараження питної води відноситься також широко застосовуване на початку 20 ст. знезараження з'єднаннями бромю і йоду, що володіють більш вираженими бактерицидними властивостями, ніж хлор, але вимагають і більш складної технології. У сучасній практиці для знезараження питної води йодуванням пропонується використовувати спеціальні іоніти, насичені йодом. При пропущенні через них води йод поступово вимивається з іоніту, забезпечуючи необхідну дозу у воді. Таке рішення прийнято для малогабаритних індивідуальних установок. Істотним недоліком є зміна концентрації йоду під час роботи і відсутність постійного контролю його концентрації.

Застосування активованого вугілля і катіонітів, насичених сріблом, наприклад, С-100 Ag або С-150 Ag фірми «Purolite», переслідує мету не «сріблення» води, а запобігання розвитку мікроорганізмів при припиненні руху води. При зупинках створюються ідеальні умови для їх розмноження – велика кількість органіки, затриманої на поверхні частинок, їх величезна площа і підвищена температура. Наявність срібла в структурі цих частинок різко зменшує ймовірність обсіменіння шару завантаження. Срібловмісні катіоніти розробки ВАТ НІПМ – КУ-23СМ і КУ-23СП – містять в собі значно більшу кількість срібла і призначені для знезараження води в установках невеликої продуктивності.

3.2.2 Фізичні методи знезараження питної води

Кип'ятіння. З фізичних способів знезараження води найбільш поширеним і надійним (зокрема, в домашніх умовах) є кип'ятіння.

При кип'ятінні відбувається знищення більшості бактерій, вірусів, бактеріофагів, антибіотиків та інших біологічних об'єктів, які часто містяться у відкритих вододжерелах, а як наслідок і в системах центрального водопостачання.

Крім того, при кип'ятінні води видаляються розчинені в ній гази і зменшується жорсткість. Смакові якості води при кип'ятінні змінюються мало. Правда для надійної дезінфекції рекомендується кип'ятити воду протягом 15–20 хвилин, тому при короткочасному кип'ятінні деякі мікроорганізми, їх спори, яйця гельмінтів можуть зберегти життєздатність (особливо якщо мікроорганізми адсорбовані на твердих частках). Однак застосування кип'ятіння в промислових масштабах, звичайно ж, не представляється можливим через високу вартість методу.

Ультрафіолетове випромінювання. Обробка УФ-випромінюванням – перспективний промисловий спосіб дезінфекції води. При цьому застосовується світло з довжиною хвилі 254 нм (або близькою до неї), який називають бактерицидним. Дезінфікуючі властивості такого світла обумовлені їх дією на клітинний обмін і особливо на ферментні системи бактеріальної клітини. При цьому бактерицидне світло знищує не тільки вегетативні, але і спорові форми бактерій.

Сучасні установки УФ-зnezараження мають продуктивність від 1 до 50 000 м³/год і являють собою виконану з нержавіючої сталі камеру з розміщеними всередині УФ-лампами, захищеними від контакту з водою прозорими кварцевими чохлами. Вода, проходячи через камеру зnezараження, безперервно піддається опроміненню ультрафіолетом, який вбиває всі мікроорганізми, що знаходяться в ній. Найбільший ефект зnezараження питної води досягається при розташуванні УФ-установок після всіх інших систем очищення, якомога ближче до місця кінцевого споживання.

Цей спосіб прийнятний як в якості альтернативи, так і доповнення до традиційних засобів дезінфекції, оскільки абсолютно безпечний і ефективний.

Важливо відзначити, що на відміну від окисних способів при УФ-опроміненні не утворюються вторинні токсини, і тому верхнього порогу дози ультрафіолетового опромінення не існує. Збільшенням дози майже завжди можна домогтися бажаного рівня зnezараження.

Крім того УФ-опромінення не погіршує органолептичні властивості води, тому може бути віднесено до екологічно чистих методів її обробки.

Разом з тим, і цей спосіб має певні недоліки. Подібно озонуванню, УФ-обробка не забезпечує пролонгованої дії. Саме відсутність післядії робить проблематичним її застосування у випадках, коли часовий інтервал між впливом на воду і її споживанням досить великий, наприклад у випадку централізованого водопостачання. Для індивідуального водопостачання УФ-установки є найбільш привабливими.

Крім того, можливі реактивація мікроорганізмів і навіть вироблення нових штамів, стійких до променевої поразки.

Цей спосіб вимагає найсуворішого дотримання технології. Організація процесу УФ-зnezараження вимагає великих капітальних вкладень, ніж

хлорування, але менших, ніж озонування. Більш низькі експлуатаційні витрати роблять УФ-знезараження та хлорування порівнянними в економічному плані. Витрата електроенергії незначна, а вартість щорічної заміни ламп становить не більше 10 % від ціни установки.

Фактором, що знижує ефективність роботи установок УФ-знезараження при тривалій експлуатації, є забруднення кварцових чохлах ламп відкладенням органічного і мінерального складу. Великі установки забезпечуються автоматичною системою очищення, що здійснює промивку шляхом циркуляції через установку води з додаванням харчових кислот. В інших випадках застосовується механічна очистка.

Іншим чинником, що знижує ефективність УФ-знезараження, є каламутність вихідної води. Розсіювання променів значно погіршує ефективність обробки води.

Електроімпульсний засіб

Досить новим способом знезараження води є електроімпульсний спосіб – використання імпульсивних електричних розрядів (ІЕР).

Суть методу полягає у виникненні електрогідралічного удару, так званого ефекту Л. А. Юткіна.

Технологічний процес складається з шести ступенів:

- подача рідини в робочий об'єм при рівномірному профілі розподілу швидкості (причому робочий об'єм заповнюють з повітряним проміжком, а рівномірний профіль розподілу рідини допомагає зменшити енергоємність процесу);

- зарядку накопичувача електроенергії в режимі постійної потужності;

- ініціювання одного або серії електричних розрядів у рідині при швидкості наростання переднього фронту напруги не менше 1010 В/с (енергію дозують шляхом відліку зарядів);

- посилення ефекту руйнування мікроорганізмів за рахунок формування хвиль розтягування при відображенні хвиль стиснення, утворених електричним розрядом від вільної поверхні рідини;

- придушення або гасіння ударних хвиль у магістралях, що підводять і відводять рідину, для виключення їх руйнування;

- відведення знезараженої рідини з робочого об'єму.

Крім того, в окремому випадку можливо ініціювання електричних розрядів в обсязі, відокремленому від робочого об'єму середовищем, що зберігає або збільшує амплітуду хвиль стиснення. Прикладом матеріалу, що є середовищем, що зберігає амплітуду хвилі на кордоні з водою, може бути пінополістирол.

У процесі знезараження питної води електроімпульсним способом відбувається велика кількість явищ: потужні гідравлічні процеси, освіта ударних хвиль надвисокого тиску, утворення озону, явища кавітації, інтенсивні ультразвукові коливання, виникнення імпульсивних магнетичних і електричних полів, підвищення температури. Результатом усіх цих явищ є знищення у воді

практично всіх патогенних мікроорганізмів. Дуже важливо зауважити, що вода, оброблена ІЕР, набуває бактерицидні властивості, які зберігаються до 4 місяців.

Основною перевагою електроімпульсного способу знезараження питної води є екологічна чистота, а так само можливість використання у великих обсягах рідини.

Однак цей спосіб має ряд недоліків, зокрема відносно високу енергоємність ($0,2-1 \text{ кВтг/м}^3$) і, як наслідок – дорожнечу.

Електрохімічний метод

Серійно виробляються установки «Ізумруд», «Сапфір», «Аквамін» і т. п. Їхня робота заснована на пропущенні води через електрохімічний діафрагмовий реактор, розділений ультрафільтраційною металокерамічною мембраною на катодну і анодну область. При подачі постійного струму в катодній і анодній камерах відбувається утворення лужного і кислого розчинів, електролітичне утворення активного хлору. У цих середовищах гинуть практично всі мікроорганізми і відбувається часткове руйнування органічних забруднень. Конструкція проточного електрохімічного елемента добре відпрацьована, і набором з різного числа таких елементів отримують установки заданої продуктивності.

Знезараження ультразвуком

У деяких випадках для знезараження води використовується ультразвук. Вперше цей метод був запропонований в 1928 р. Механізм дії ультразвуку до кінця неясний. З цього приводу висловлюються наступні припущення:

- ультразвук викликає утворення пустот в сильно завихреному просторі, що веде до розриву клітинної стінки бактерії;
- ультразвук викликає виділення розчиненого в рідині газу, а бульбашки газу, що знаходяться в бактеріальній клітині, викликають її розрив.

Перевагою використання ультразвуку перед багатьма іншими засобами знезараження стічних вод служить його нечутливість до таких факторів, як висока мутність і кольоровість води, характер і кількість мікроорганізмів, а також наявність у воді розчинених речовин.

Єдиний фактор, який впливає на ефективність знезараження стічних вод ультразвуком – це інтенсивність ультразвукових коливань. Ультразвук – це звукові коливання, частота яких знаходиться значно вище рівня чутності. Частота ультразвуку від 20 000 до 1000000 Гц, наслідком чого і є його здатність згубним чином позначатися на стані мікроорганізмів. Бактерицидна дія ультразвуку різної частоти вельми значна і залежить від інтенсивності звукових коливань.

Знезараження та очищення води ультразвуком вважається одним з новітніх методів дезінфекції. Ультразвуковий вплив на потенційно небезпечні мікроорганізми не часто застосовується у фільтрах знезараження питної води, проте його висока ефективність дозволяє говорити про перспективність цього методу знезараження води, не дивлячись на його дорожнечу.

Радіаційне знезараження

Є пропозиції використання для знезараження води гамма-випромінювання.

Гамма-установки типу РХУНД працюють за такою схемою: вода надходить у порожнину сітчастого циліндра приймально-розділового апарату,

де тверді включення захоплюються вгору шнеком, віджимаються в дифузорі і направляються в бункер – збірник. Потім вода розбавляється умовно чистою водою до певної концентрації і подається в апарат гамма-установки, в якому під дією гамма-випромінювання ізотопу Co^{60} відбувається процес знезараження.

Гамма-випромінювання пригнічує дію на активність мікробних дегідраз (ферментів). При великих дозах гамма-випромінювання гине більшість збудників таких небезпечних захворювань як тиф, поліомієліт та ін.

Інші фізичні методи

До фізико-хімічних методів знезараження води слід віднести використання з цією метою іонообмінних смол. G. Gillissen (1960) показав здатність аніонообмінних смол звільняти рідину від бактерій групи солі. Можлива регенерація смоли. У нас Є. В. Штанніков (1965) встановив можливість очищення води від вірусів іонообмінними полімерами. На думку автора цей ефект пов'язаний як із сорбцією вірусу, так і з його денатурацією за рахунок кислотної або особливо лужної реакції. В іншій роботі Штаннікова вказується на можливість знезараження води іонактивними полімерами, де знаходиться токсин ботулізму. Знезараження відбувається за рахунок окислення токсину і його сорбції.

Крім зазначених вище фізичних факторів вивчалася можливість знезараження води струмами високої частоти, магнітною обробкою.

Комплексне знезараження

У багатьох випадках найбільш ефективним виявляється комплексне застосування реагентних і безреагентних методів знезараження води. Поєднання УФ-знезараження з наступним хлоруванням малими дозами забезпечує як найвищу ступінь очищення, так і відсутність вторинного біоураження води. Так, обробкою води басейнів УФ-опроміненням в поєднанні з хлоруванням досягається не тільки висока ступінь знезараження, зниження порогової концентрації хлору у воді, але і, як наслідок, суттєва економія коштів на витраті хлору і поліпшення обстановки в самому басейні.

Аналогічно поширюється використання озонування, при якому знищується мікрофлора і частина органічних забруднень, з подальшим щадящим хлоруванням, що забезпечує відсутність вторинного біоураження води. При цьому різко скорочується утворення токсичних хлорорганічних речовин.

Оскільки всі мікроорганізми характеризуються певними розмірами, пропускаючи воду через фільтруючу перегородку з розмірами пор меншими, ніж мікроорганізми, можна повністю очистити від них воду. Так, фільтруючі елементи, що мають розмір пор менше 1 мікрона, вважаються знепліднюючими, тобто стерилізуючими. Хоча при цьому з води видаляються тільки бактерії, але не віруси. Для більш «тонких» процесів, коли неприпустима присутність будь-яких мікроорганізмів, наприклад, у мікроелектроніці, застосовують фільтри з порами розміром не більше 0,1–0,2 мкм.

Контрольні запитання



1. У чому полягає кондиціонування мінерального складу води?
2. Опишіть основні методи дезодорації води.
3. Опишіть методи пом'якшення води.
4. Розкрийте поняття фторування і де фторування води.
5. Опишіть реагентні методи знезараження води.
6. Опишіть фізичні методи знезараження води.
7. Які переваги та недоліки кожного метода знезараження води?

ТЕМА 4 Заходи із санітарної охорони водних об'єктів

Під санітарною охороною водних об'єктів розуміють сукупність заходів (законодавчих, планувальних, організаційних, економічних, наукових, технологічних, санітарно-технічних), що забезпечують такий стан водних ресурсів, який дає змогу використовувати їх для господарсько-питного водопостачання населення, купання, фізичної культури, лікувально-оздоровчих цілей, а також зберігає за водоймами значення позитивного чинника для формування мікроклімату населених місць і їхнього архітектурного вигляду. Інакше кажучи це захист водних об'єктів від джерел забруднення [4].

4.1 Джерела забруднення поверхневих водойм

Головними джерелами несприятливого впливу на поверхневі водойми, їхнього забруднення є *стічні води – рідкі відходи побутової та виробничої діяльності людини*. Стічною називають воду, яка утворилася після використання питної води людиною для задоволення тих чи інших потреб у побуті або на виробництві. При цьому у воду потрапили додаткові домішки (забруднення), котрі змінили і погіршили її склад. Залежно від походження стічні води поділяють на:

1) господарсько-побутові, або господарсько-фекальні, які утворюються внаслідок господарсько-побутової діяльності людей переважно в житлових та громадських будівлях;

2) промислові, які утворюються на промислових підприємствах, у тому числі й у технологічних виробничих процесах (виробничі);

3) зливові (атмосферні), які утворюються внаслідок формування поверхневого стоку з асфальтових та інших покриттів і ґрунту під час атмосферних опадів і танення снігу. Вони стікають у водойми з територій населених місць, промислових майданчиків і сільськогосподарських ланів;

4) міські, під якими розуміють суміш побутових і промислових стічних вод, що утворюються в населеному пункті внаслідок відведення неочищених чи попередньо очищених промислових стоків у загальноміську каналізацію;

5) дренажні води зі зрошувальних земель;

6) стічні води тваринницьких комплексів;

7) накопичувачі стічних вод. Стічні води з останніх скидають у водойми в період весняної повені. Бувають випадки вимушеного скидання стічних вод з

накопичувачів, за недостатніх витрат річки, у зарегульовані водойми, в період повені тощо;

8) забруднюють водойми пасажирські судна морського та річкового (у тому числі маломірного) флоту, вантажні й нафтоналивні термінали та судна;

9) забруднення водойм відбувається під час забору піску і проведення інших робіт у руслі річок, замочування волокнистих рослин (трести льону або коноплі), сплавлення лісу;

10) поверхневі водойми можуть забруднюватися через атмосферне повітря;

11) нарешті, може відбуватися самозабруднення водойм унаслідок масового відмирання водних тваринних і рослинних організмів, особливо восени, змучування донних відкладень.

Надходячи у водойми, неочищені або недостатньо очищені стічні води забруднюють їх завислими частинками, органічними речовинами, патогенними та умовно-патогенними бактеріями, вірусами, цистами найпростіших, яйцями гельмінтів. З промисловими стічними водами у водойми потрапляє значна кількість токсичних хімічних речовин.

Забруднені водойми втрачають значення позитивного чинника в підтримуванні здоров'я населення. Користування забрудненими водоймами може призвести до виникнення водних епідемій, масового отруєння населення токсичними, канцерогенними, радіоактивними, алергенними, мутагенними речовинами. Водойми завдають великої шкоди рибному та хутровому господарству, втрачають оздоровче значення.

Вплив забруднених поверхневих водойм на здоров'я людини

Забруднення поверхневих водойм спричинює пряму та опосередковану шкідливу дію на здоров'я людини. Пряма шкідлива дія може проявитись у разі як надходження води в організм людини перорально (людина свідомо п'є воду із забрудненої водойми або випадково наковталася її під час купання), так і контакту її зі шкірою та слизовими оболонками під час плавання, купання тощо. Але найчастіше пряма шкідлива дія відбувається за схемою: забруднена вода поверхневої водойми – питна водопровідна вода – людина. Пояснюється це тим, що технології підготовки питної води з поверхневих джерел водопостачання дають змогу поліпшити лише деякі її властивості. Зокрема, зменшити каламутність і кольоровість за рахунок освітлення і знебарвлення, позбавити епідемічної небезпеки шляхом знезаражування, поліпшити деякі показники мінерального складу за рахунок спеціальних методів водопідготовки (опріснення, пом'якшення, фторування, дефторування тощо). Ці технології подеколи не розраховані на видалення з води окремих шкідливих хімічних речовин. Якщо їхня концентрація у водоймі в місцях водозабору перевищуватиме ГДК, вони можуть пройти водоочисні споруди практично транзитом, потрапити у питну воду, а з питною водою – до організму людини. Отже, з одного боку, вживання або використання населенням води із водойм, забруднених ентеропатогенними бактеріями та вірусами, найпростішими, гельмінтами, може призвести до масових інфекційних захворювань та інвазій, а з іншого – використання людиною забрудненої води, що містить шкідливі хімічні речовини у концентраціях, які перевищують ГДК, може зумовити

гостре чи хронічне отруєння з можливими віддаленими наслідками (алергенними, тератогенними, мутагенними, канцерогенними).

Опосередкована, або непряма, шкідлива дія водойм на здоров'я людини відбувається за схемою: забруднена водойма – забруднені продукти харчування («дари моря») – людина; забруднена водойма – зрошення сільськогосподарських угідь – продукти харчування рослинного походження – людина; забруднена водойма – напування великої рогатої худоби – молоко – людина тощо. Тобто опосередкована шкідлива дія забруднених водойм на здоров'я людини може відбутися в разі вживання в їжу риби, інших продуктів харчування, виготовлених із сировини, отриманої із забруднених водойм; за використання води, забрудненої ентеропатогенними бактеріями та вірусами або токсичними хімічними речовинами, для миття овочів, фруктів, ягід, під час відпочинку на березі водойми, спортивно-масових заходів тощо.

Узагальнення шкідливих наслідків забруднення водойм для здоров'я людини та умов її існування дає змогу виділити 4 основні моменти. По-перше, якість водопровідної питної води багато в чому залежить від якості води в поверхневій водоймі, яка є реальним чи може бути потенційним джерелом централізованого водопостачання. За інтенсивного забруднення поверхневих водойм з них неможливо отримати доброякісну питну воду. По-друге, забруднення водойм призводить до скорочення харчових ресурсів унаслідок неможливості вживати в їжу рибу, рибопродукти, інші «дари моря», які можуть бути забрудненими різноманітними токсичними хімічними речовинами: важкими металами, хлорорганічними пестицидами, поліхлорованими біфенілами тощо. По-третє, забруднені води не можна використовувати для зрошення сільськогосподарських угідь, чим гальмується розвиток землеробства. Таку воду не можна використовувати й у тваринництві та птахівництві. І по-четверте, унаслідок забруднення водойм народне господарство втрачає змогу використовувати важливу сировину. Так, відомі випадки масових захворювань і загибелі овець на пасовиськах, розташованих на островах біля Великої Британії внаслідок споживання тваринами морських водоростей з високим умістом ртуті та миш'яку.

Безперечно, усе зазначене негативно впливає на здоров'я та добробут людини і свідчить про те, що проблема санітарної охорони водойм має як медичне (гігієнічне), так і народногосподарське значення.

4.2 Заходи із санітарної охорони водних об'єктів

Сукупність заходів із санітарної охорони водних об'єктів включає: законодавчі, планувальні, науково-гігієнічні, технологічні та санітарно-технічні [4].

Законодавчі заходи – це зведення законів і законодавчих державних актів (або офіційних документів), в яких відображено політику Уряду України, стратегію і тактику діяльності міністерств (зокрема, Міністерства охорони здоров'я, Міністерства екології та природних ресурсів), установ (зокрема, Державної санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України), відомств, підприємств та окремих фізичних осіб у галузі охорони водойм, їхні права та

обов'язки, а також ті гігієнічні вимоги, дотримання яких запобігаю негативному впливу на здоров'я населення та забезпечення оптимальних умов життєдіяльності в населених місцях.

Охорона водних об'єктів у нашій країні – конституційний обов'язок кожного громадянина України. У розділі II «Права і свободи людини і громадянина» Конституції України [5], зокрема в ст. 50, сказано, що кожен громадянин України має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та відшкодування завданої порушенням цього права шкоди. Закон гарантує кожному право вільного доступу до інформації про стан довкілля, якість харчових продуктів і предметів побуту, а також на поширення такої інформації. Це узгоджується зі ст. 9 «Екологічні права громадян України» розділу II Закону України про охорону навколишнього природного середовища [6].

Один із головних законів у галузі санітарної охорони водних об'єктів – «Водний кодекс України» [7], прийнятий Постановою Верховної Ради України від 6.06.1995 р. У ст. 95 (розділі IV «Охорона вод», глава 20 «Охорона вод від забруднення, засмічення і вичерпання») зазначено, що усі водні об'єкти підлягають охороні від забруднення, яке може погіршити умови водопостачання, завдавати шкоди здоров'ю людей, погіршувати умови існування тварин та викликати інші несприятливі явища внаслідок зміни фізичних і хімічних властивостей вод, зниження їхньої здатності до природного очищення, порушення гідрогеологічного та гідрологічного режимів. Окремі статті «Водного кодексу» присвячено вимогам до якості води, що її використовують для задоволення питних і господарсько-побутових потреб (ст. 58), умовам скидання стічних вод у водні об'єкти (ст. 70), забороні скидати у водні об'єкти відходи і сміття (ст. 99), уводити в дію підприємства, що впливають на стан води (наприклад таких, що не мають очисних споруд необхідної потужності; ст. 98), запобіганню забрудненню вод добривами і хімічними засобами захисту рослин (ст. 103), охороні водних об'єктів, зарахованих до категорії лікувальних (ст. 104).

Приймаючи законодавчі акти в сфері охорони довкілля, Уряд України вирішує паралельно питання і про органи, котрі б здійснювали державний нагляд за раціональністю природокористування. Так, згідно з «Водним кодексом України» (розділі 11 державне управління і контроль у галузі використання й охорони вод та відтворення водних ресурсів», ст. 13), здійснювати такий нагляд мають Міністерство екології та природних ресурсів України, Державний комітет України з водного господарства, Державний комітет України з геології та використання надр. За ст. 36, 37 (розділ II) на Міністерство охорони здоров'я України покладено обов'язки з розроблення та затвердження гранично допустимих концентрацій хімічних, радіоактивних речовин у воді водних об'єктів, призначених для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення, а також нормативів інших показників (загальнофізичних, біологічних) її якості; визначення ступеня забрудненості водних об'єктів та категорії якості води в них.

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» (ст. 52, 53) визначено [6], що з Міністерством охорони здоров'я, з установами Державної санітарно-епідеміологічної служби, залежно від рівнів управління, узгоджують висновки державної екологічної експертизи щодо виробництва, зберігання, транспортування, використання, знешкодження, захоронення токсичних та інших небезпечних для довкілля і здоров'я людей речовин, на виробництво і використання нових штамів мікроорганізмів та біологічно активних речовин.

Обов'язки з контролю за дотриманням законодавства в галузі охорони водойм покладено не тільки на установи Міністерства екології та природних ресурсів, а й на органи та установи санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України. Це законодавчо визначено Верховною Радою України, яка Постановою за № 4005-ХІІ від 24.02.1994 р. прийняла «Закон України про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» [8]. У цьому законі, в ст. 18 «Вимоги до господарсько-питного водопостачання і місць водокористування» зазначено, що вода відкритих водойм, яку використовують для господарсько-питного водопостачання, купання, спортивних занять, організованого відпочинку, з лікувальною метою, а також вода водойм у межах населених пунктів повинна відповідати санітарним нормам, і це повинно бути забезпечено саме тими підприємствами, установами, організаціями, що використовують водойми для скидання стічних вод.

Про те, що водойми відіграють важливу роль у житті кожної держави, свідчить той факт, що їхні уряди надають великої уваги охороні водойм. Так, з метою відродження Дніпра, третьої за величиною річки Європи, із середніми витратами 1700 м³/с (майже 80 % водних ресурсів України), води якої використовують для водопостачання 70 % населення України. Уряди Росії, Казахстану, держав-членів СНД надають великої уваги охороні озера Байкал – унікальної водойми, де зосереджено 80 % усіх світових запасів прісної води, басейнам Балтійського, Чорного, Азовського морів, водойм Арктичного басейну, Середньої Азії та Казахстану, Ладозького озера, а також охороні і поліпшенню санітарного стану численних малих річок. Сьогодні ця проблема вийшла за межі інтересів однієї країни. З'явилася потреба домовлятися окремим державам про санітарну охорону того чи того басейну річки, що протікає територією кількох держав (наприклад, Дунай протікає територією 8 держав Західної та середньої Європи), берегової акваторії моря сусідніх держав і та ін.

З метою раціонального використання поверхневих вод в умовах ускладнення взаємовідносин природи і суспільства ще в 1981 р. країнами – членами колишньої Ради економічної взаємодопомоги (РЕВ) було розроблено «Єдині критерії якості вод». Їх схвалили на 28-му засіданні Наради керівників водоохоронних органів РЕВ. «Єдині критерії якості вод» дають змогу вдосконалити систему контролю й управління станом водних об'єктів як на національному, так і на міждержавному рівнях. В основу документа покладено єдину систему критеріїв якості вод, що включала три класи: екологічні, економічні й соціально-політичні.

У першому класі об'єднано критерії оцінювання внутрішньоводоймових процесів і зовнішніх впливів на екосистему водного об'єкта, що визначають умови формування якості води, а також критерії, в яких ураховано специфічні вимоги до окремих видів водокористування. Класифікація водних об'єктів з урахуванням екологічних критеріїв передбачає шість класів вод: I – дуже чисті; II – чисті; III – дещо забруднені; IV – забруднені; V – дуже забруднені; VI – брудні. Другий клас включає критерії оцінювання рентабельності водокористування з урахуванням водоохоронних заходів. Згідно з класифікацією за цими критеріями виділяють три градації якості вод: I – бажану; II – допустиму; III – непридатну. Відповідно до цих градацій для кожного класу розроблено нормативи якості води, яку використовують для господарсько-питного водопостачання, зрошування сільськогосподарських культур, напування худоби і рибогосподарських цілей. Третій клас регламентує внутрішньодержавні (з урахуванням оптимізації водокористування) і міждержавні водні відносини (з урахуванням взаємних інтересів сторін). Система критеріїв цього класу дала змогу розробити класифікацію якісного стану водних об'єктів: з позицій їхнього екологічного благополуччя і відповідності якості вод вимогам до окремих видів водокористування.

В Україні діє СанПіН 4630-88 «Санітарні правила охорони поверхневих вод від забруднення» [9], за яким усі поверхневі водойми поділено на 2 категорії залежно від характеру їхнього використання в населеному пункті: 1-ша категорія – водойми, що їх використовують як джерела централізованого господарсько-питного водопостачання; 2-га – водойми культурно-побутового призначення (для відпочинку, купання, занять спортом тощо). Наведена також гігієнічна класифікація водних об'єктів за ступенем забруднення (припустима, помірна, висока, надзвичайно висока), яку враховують під час визначення видів водокористування. Крім того, діє ДСТУ 4800:2007 [10], за яким водні об'єкти (поверхневі й підземні) поділено на 3 класи залежно від якості води і її відповідності гігієнічним нормативам.

У разі порушення санітарного законодавства юридичними (відомствами, установами, підприємствами, організаціями та ін.) чи фізичними (громадянами) особами згідно зі ст. 42 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» [8] посадові особи санітарно-епідемічної служби (зокрема головні державні санітарні лікарі та їхні заступники) застосовують заходи щодо припинення порушення. З цією метою може бути вжито:

1) обмеження, тимчасову заборону чи припинення діяльності підприємства, установи, організації, об'єкта тощо (наприклад, промислового підприємства в разі порушення умов скидання стічних вод у водойму);

2) обмеження, тимчасову заборону чи припинення будівництва, реконструкції (наприклад, промислового підприємства у разі відступу від затвердженого проєкту локальних очисних споруд);

3) тимчасову заборону виробництва, заборону використання та реалізації хімічних речовин, технологічного устаткування, будівельних матеріалів тощо (наприклад, заборона використання певних реагентів для водопідготовки у разі відсутності їхньої гігієнічної регламентації та державної реєстрації);

- 4) обмеження, призупинення або заборону скидати речовини-забруднювачі (наприклад, стічні води);
- 5) призупинення або припинення інвестиційної діяльності;
- 6) відсторонення від роботи або іншої діяльності осіб (наприклад, працівників водопровідної станції), які ухиляються від обов'язкового медичного огляду або є носіями збудників інфекційних захворювань;
- 7) вилучення з реалізації небезпечних для здоров'я хімічних речовин, біологічних матеріалів тощо.

Відповідальність посадових осіб чи громадян за порушення закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» [8], «Водного кодексу України» [7], закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [6], недотримання вимог СанПіН 4630-88 [9], ДСТУ 4800:2007 [10], санітарних правил експлуатації тих чи тих об'єктів, що може негативно вплинути на стан здоров'я населення, передбачається ст. 45 (дисциплінарна відповідальність), ст. 46 (адміністративна відповідальність та фінансові санкції), ст. 48 (цивільно-правова відповідальність), ст. 49 (кримінальна відповідальність) розділу VI закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Порядок накладання і стягнення штрафів за порушення санітарного законодавства встановлюють відповідною Інструкцією, що затверджена Наказом МОЗ України № 64 від 14.04.1995 і змінено 21.11.2011 [11].

4.3 Самоочищення поверхневих водойм

Попри майже безперервне надходження різноманітних забруднень у поверхневі водойми, у найпотужніших із них хоча й спостерігається погіршення якості води, але поки що не катастрофічно. Прогресуванню забруднення води протистоять численні природні фізико-хімічні та біологічні процеси, спрямовані на відновлення стану водойми, які дістали назву самоочищення [4].

Під самоочищенням поверхневих водойм розуміють весь комплекс біологічних, фізичних і хімічних процесів, які обумовлюють здатність водойм звільнитися від забруднень, що утворюються внаслідок розпаду автохтонних (водних) організмів або тих, що їх вносять стічні води.

Процес самоочищення водойм відбувається завдяки таким чинникам:

- 1) розведенню стічних вод водою водойми;
- 2) седиментації або зсіданню завислих нерозчинених речовин та яєць гельмінтів;
- 3) використанню (поїданню) органічних речовин зоопланктоном, рибами;
- 4) хімічному перетворенню, руйнуванню внаслідок окисно-відновних реакцій, гідролізу;
- 5) біохімічному окисненню розчинених, у тому числі й колоїдних, органічних частинок біоценозам мікроорганізмів тощо.

Один із найпотужніших шляхів самоочищення водойм – біохімічне окиснення, спрямоване на зменшення органічного забруднення води. У разі

надходження у водойму разом зі стічними водами розчинених органічних речовин (білків, жирів та вуглеводів) вони мінералізуються за рахунок життєдіяльності сапрофітних водних мікроорганізмів, фіто- і зоопланктону. Процеси біохімічного окиснення завершуються нітрифікацією з утворенням кінцевих продуктів розпаду – нітратів, карбонатів, сульфатів тощо. Для біохімічного окиснення органічних речовин потрібно, щоб у воді був розчинений кисень. Запаси його поновлюються завдяки дифузії з атмосферного повітря. Має бути також водна сапрофітна аеробна мікрофлора.

Біоценоз залежно від характеру водойми, що приймає стічні води, складається з фіто- і зоопланктону, різноманітних видів риб та інших водних організмів.

Спеціальними дослідженнями встановлено, що в 1 м³ річкової води влітку міститься біоценоз мікроорганізмів, загальна поверхня якого дорівнює 5 м². У такому самому об'ємі води з біологічних ставків, які використовують для біологічного очищення стічних вод від розчинених органічних речовин – 20 мг, в 1 м³ мулової суміші аеротенків (спеціальних споруд біологічного очищення) – 1 800–2 400 м².

Коли у водойму скидають незначну кількість неочищених або недостатньо очищених стічних вод (господарсько-побутових або стічних вод тваринницьких комплексів, підприємств харчової промисловості тощо), починаючи з місця їхнього спускання, органічні речовини зазнають біохімічного розщеплення. Встановлено, що біоценози мікроорганізмів протягом течії річки суворо розмежовуються на зони сапробності. Сапробність – комплекс фізіологічних властивостей певного організму, що зумовлює його здатність розвиватись у воді з тим чи тим умістом органічних речовин. Таким чином, якщо скидати стічні води в невеликі річки, то вони майже на всій довжині, а невеликі ріки на відстані майже 60 км фактично виконують функцію очисної споруди, де біохімічні процеси перебігають у певній послідовності: у ділянці спускання біохімічні процеси здійснюють мікроорганізми, які характерні для полісапробної, потім α -, β -мезосапробної, олігосапробної і, нарешті, катаробної зони. Дві останні вільні від забруднення.

Зони активної діяльності полісапробних мікроорганізмів у водоймі притаманний значний вміст нестійких органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів) і продуктів анаеробного розпаду (сірководень та інші гази). В α -мезосапробній зоні починається розпад органічних речовин з утворенням аміаку. У воді міститься багато вільної вуглекислоти, в малих кількостях – кисень. У воді й донних відкладеннях перебігають окисно-відновні процеси. Розвиваються мікроорганізми, що володіють значною стійкістю до нестачі кисню і великого вмісту вугільної кислоти. β -Мезосапробна зона водойм майже не містить нестійких органічних речовин, які повністю мінералізувалися. Концентрація кисню і вуглекислоти на такій ділянці дуже коливається протягом доби. Удень кисень може перенасичувати воду, вуглекислота зникає майже повністю. Уночі ж у воді спостерігається дефіцит кисню. Олігосапробна зона характерна для практично чистих водойм, де міститься незначна кількість нестійких органічних речовин і продуктів їхньої мінералізації. Нарешті,

катаробна зона властива чистим водоймам з їхнім мікро- та макронаселенням (флорою, фауною), аеробними окисними процесами і незначною кількістю мікроорганізмів, притаманних воді водойми.

У процесі самоочищення водойм не тільки окислюються органічні забруднення, а й відмирають патогенні, умовно-патогенні і сапрофітні для шкіри та слизових оболонок людини мікроорганізми. Вони гинуть унаслідок зменшення у воді поживних речовин, бактерицидної дії сонячних променів, конкурентних взаємовідносин з водною мікрофлорою, бактерицидної дії антибіотичних речовин, які виділяються грибами та іншими водними сапрофітами, тощо.

Вельми обмежена здатність водойми самостійно звільнитися від шкідливих хімічних речовин, що надходять головним чином зі стічними водами промислових підприємств. Відносно таких стійких забруднювачів, як важкі метали, пестициди, інші хлорорганічні сполуки, здатність водойми до самоочищення обмежується процесами розведення, сорбції на завислих частинках та активному мулі з подальшою седиментацією і накопиченням у донних відкладеннях. Деякі екзогенні хімічні речовини руйнуються у воді водойм під дією сонячних променів (фотоліз), унаслідок гідролізу або мікробіологічної деструкції.

Таким чином, скидання у водойми стічних вод залежно від вмісту в них органічних, бактеріальних та хімічних забруднювачів призводить до певного забруднення водойми. Процеси самоочищення перебігають дуже повільно і на значних ділянках, наприклад, у великих річках – на відстані 60–80 км від місця скидання стічних вод. Їхня швидкість залежить від потужності водойми, її стану (рівня забруднення) до того, коли почали скидати стічні води, від кількості забруднювачів, що надходять зі стічними водами. Здатність водойми самоочищуватися має межі. У невеликих і особливо непроточних водоймах здатність до самоочищення незначна. Вичерпання здатності до самоочищення внаслідок тривалого й надмірного надходження неочищених або недостатньо очищених стічних вод неминуче призводить до забруднення водойми. А це в разі її використання населенням для господарсько-питних або культурно-побутових потреб може спричинити негативні наслідки для здоров'я людей.

Контрольні запитання



1. Розкрийте поняття «санітарна охорона водних об'єктів».
2. Як поділяють стічні води залежно від походження?
3. Опишіть, як впливають забруднені поверхневі водойми на здоров'я людини.
4. Опишіть 4 основні моменти шкідливих наслідків забруднення водойм для здоров'я людини та умов її існування.
5. Перелічіть сукупність заходів із санітарної охорони водних об'єктів.

6. Назвіть класифікація водних об'єктів з урахуванням екологічних критеріїв.
7. Які заходи застосовують щодо припинення порушення санітарного законодавства юридичними чи фізичними особами?
8. У чому полягає самоочищення поверхневих водойм?
9. Завдяки яким чинникам відбувається процес самоочищення водойм?
10. Назвіть один із найпотужніших шляхів самоочищення водойм.
11. Перелічіть, які Вам відомі нормативні документи з санітарної охорони водних об'єктів.

ТЕМА 5 Гігієнічні вимоги до якості води у поверхневих водоймах

5.1 Очищення стічних вод

Джерело забруднення водойм – неочищені або недостатньо очищені господарсько-побутові стічні води. Вони утворюються в населених пунктах у разі використання питної води для фізіологічних потреб, побутової і господарської діяльності людини [4].

Одноманіття джерел забруднення, пов'язане з такими проявами життєдіяльності й побутового режиму, які властиві однаковою мірою населенню всіх міст, призводить до того, що середня кількість забруднень на одного мешканця каналізованого міста, яка надходить у каналізаційну мережу протягом доби, – величина більш-менш стала. Різниця, котра залежить від віку, рівня культури, благоустрою житла, харчування тощо і може спостерігатися в межах незначної групи людей, вирівнюється у загальній масі багатотисячного населення.

Перелік забруднювачів господарсько-побутових стічних вод одноманітний і стійкий, тому можна дати їм загальну фізико-хімічну характеристику. Але це не означає, що стічні води навіть однієї каналізації мають постійний, незмінний склад. Навпаки, концентрація і кількісні співвідношення окремих постійних елементів забруднення помітно, а інколи і різко коливаються, відображуючи особливості та зміни господарського і побутового режиму населення за годинами, днями і сезонами року. Тільки тривале і систематичне проведення аналізів стічної води дає змогу встановити той середній склад, який вже має стійкий характер. Доведено, що людина в середньому щодоби виділяє 90 г твердих і 1170 г рідких відходів. Середня кількість забруднень від одного мешканця, що надходить у каналізаційну мережу міста протягом доби, більш-менш стала величина.

Зі стічною водою в каналізаційну мережу надходять компоненти фізіологічних виділень людини, забруднення від умивання, приготування їжі, купання, прання білизни, прибирання в приміщенні. Крім того, зі стічними водами виносяться й тверді відходи (поліетилен, папір, ганчір'я та ін.). Тобто мова про органічні та неорганічні речовини, які, потрапивши в стічні води, можуть мати вигляд завислих частинок (якщо нерозчинні у воді) або розчинів – колоїдних

(складні органічні речовини), молекулярних (прості органічні молекули, наприклад, сечовини, глюкози, сахарози), іонних (більшість мінеральних речовин, які у воді здатні дисоціювати на іони). До того ж у стічні води надходить велика кількість мікроорганізмів, у тому числі патогенних та умовно-патогенних (бо серед населення завжди є здорові носії збудників деяких інфекційних хвороб, не кажучи вже про хворих), яєць гельмінтів, цист найпростіших.

Очищення господарсько-побутових стічних вод від цих передбачає 3 головні етапи: 1) механічне (первинне) очищення – звільнення стічних вод від завислих частинок, грубих і важких домішок переважно за рахунок їхнього випадання в осад під дією сили тяжіння; 2) біологічне (вторинне) очищення – позбавлення прояснених стічних вод органічних речовин, які перебували в розчиненому стані, унаслідок процесів біохімічного окиснення, ініційованих сапрофітною аеробною мікрофлорою; 3) знезаражування – звільнення стічних вод після механічного та біологічного очищення від патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів. Інколи після біологічного очищення можливе доочищення (третинне очищення) біологічно очищених стічних вод і навіть четвертинне, після чого може бути проведено знезаражування. Таким чином, за необхідності максимально наблизити якість стічних вод до води водойми, куди їх скидають, можливі 5 етапів очищення. Але на сьогодні з метою очищення господарсько-побутових стічних вод найчастіше використовують технології, що передбачають механічне, біологічне очищення та знезаражування.

Відомі механічний, біологічний і фізико-хімічний методи очищення стічних вод, що дозволяють видалити з них певні види забруднень.

Механічне очищення дозволяє видалити із стічних вод нерозчинені домішки мінерального та органічного походження. Біологічне очищення забезпечує мінералізацію розчинених органічних забруднень стічних вод у результаті життєдіяльності аеробних і анаеробних бактерій. Фізико-хімічне очищення забезпечує випадання із стічних вод колоїдних і частково розчинених речовин, а також переведення деяких нерозчинених в нешкідливі розчинені речовини, в результаті обробки реагентами стічних вод. Фізико-хімічні методи очищення звичайно застосовують для очищення промислових стічних вод.

До місцевих умов, що впливають на вибір типів водоочисних споруд, відносяться: наявність достатньої території; клімат; характер ґрунтів; рівень ґрунтових вод; рельєф території ділянок, їх орієнтація по відношенню до об'єкта каналізування; наявність місцевих матеріалів; можливість отримання недорогої електроенергії у необхідній кількості; наявність кваліфікованих працівників, фахівців з очищення стічних вод.

Звичайно технологічна схема очищення міських стічних вод включає в себе споруди для механічного й біологічного очищення, при необхідності – споруди для додаткового очищення (доочищення), знезаражування очищених стічних вод, обробки осадів, що утворюються при очищенні стічних вод.

Споруди для очищення стічних вод розташовують таким чином, щоб вода проходила їх послідовно – одне за одним. У спорудах для механічного очищення спочатку затримують найбільш важкі й крупні суспензії, а потім виділяють основну масу нерозчинених забруднень. У подальших спорудах для

біохімічного очищення видаляють тонкі суспензії, що залишилися, колоїдні й розчинені забруднення, після чого проводять знезараження стічних вод.

Послідовність очищення стічних вод за деякими основними схемами розглянуто нижче.

За схемою на рисунку 5.1 стічна вода проходить механічне очищення у такій послідовності: крупні забруднення (тканини, папір, кістки, залишки овочів, фруктів тощо) затримуються ґратами; мінеральні важкі домішки (переважно пісок) затримуються піскоуловлювачами; нерозчинені органічні домішки затримуються відстійниками. Далі стічну воду знезаражують (найчастіше хлоруванням) і випускають у водоймище.

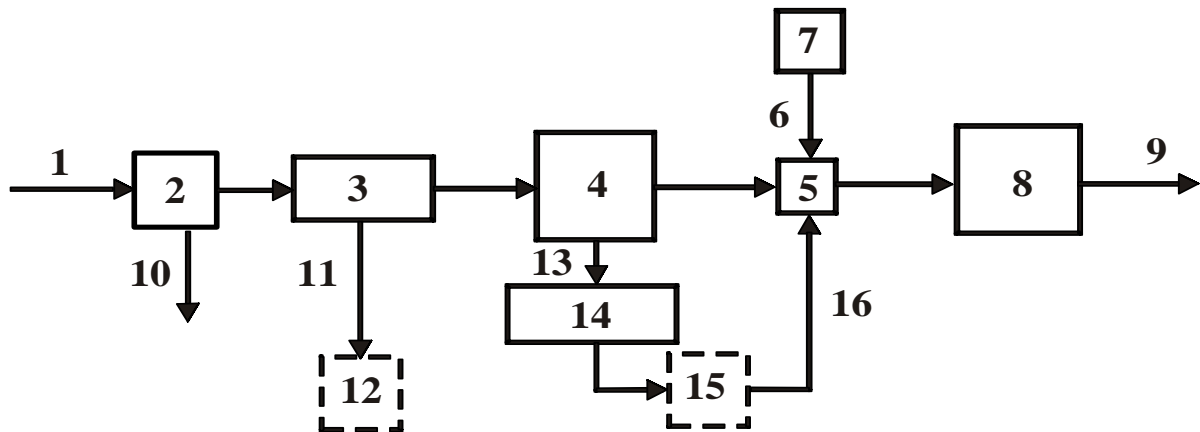


Рисунок 5.1 – Технологічна схема механічного очищення стічних вод:

- 1 – подача стічної води на очищення; 2 – решітки; 3 – пісковловлювач;
4 – відстійник; 5 – змішувач; 6 – хлорна вода; 7 – хлораторна; 8 – контактний резервуар; 9 – спуск очищеної води у водоймище; 10 – крупні відходи;
11 – піщана пульпа; 12 – піскові майданчики; 13 – осад відстійника (сирий осад); 14 – метантенк; 15 – мулові майданчики; 16 – дренажна вода

Обробку утворюваного осаду здійснюють таким чином:

- крупні забруднення з ґрат збирають в контейнери й періодично автотранспортом відвозяться на звалище;
- пісок із пісковловлювачів підсушують на піскових майданчиках;
- органічний осад відстійників називають «сирим» осадом; він містить багато рідини, внаслідок вмісту великої кількості органічних речовин він швидко загниває, набуваючи темно-сірого або чорного кольору і видаючи неприємний кислий запах. З метою запобігання гниття осаду його стабілізують (або мінералізують, тобто окислюють органічні речовини і руйнують їх) у спеціальних спорудах, наприклад у метантенках. Потім осад зневоднюють на мулових майданчиках. Воду, яку відділяють від осаду на мулових майданчиках, називають дренажною і повертають до основної маси води.

При невеликих витратах стічних вод і необхідності їх біологічного очищення може бути застосовувана схема на рисунку 5.2. За цією схемою механічне очищення відбувається на ґратах, в пісковловлювачах і в двоярусних відстійниках.

У двоярусних відстійниках (або освітлювачах-перегнивачах) одночасно з освітленням стічних вод відбувається стабілізаційна обробка затриманого органічного осаду.

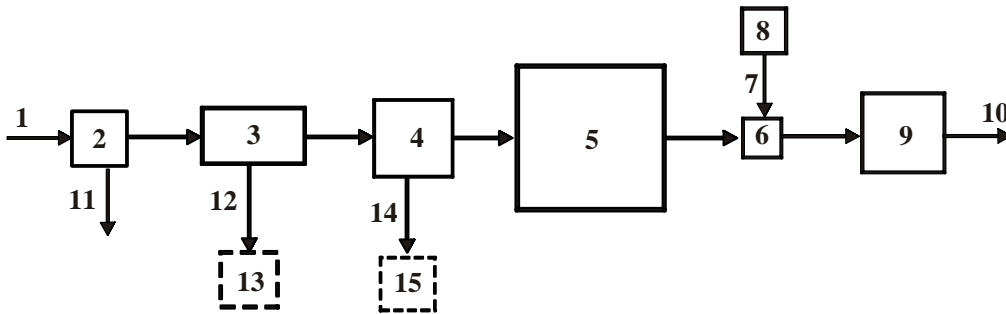


Рисунок 5.2 – Технологічна схема біологічного очищення стічних вод у природних умовах:

- 1 – подача стічної рідини; 2 – решітки; 3 – пісковловлювач; 4 – двоярусний відстійник; 5 – поля фільтрації або біоставки; 6 – змішувач; 7 – хлорна вода; 8 – хлораторна; 9 – контактний резервуар; 10 – спуск очищеної води у водоймище;
- 11 – крупні відходи; 12 – піщана пульпа; 13 – піскові майданчики;
- 14 – осад, затриманий і оброблений (стабілізований) у двоярусних відстійниках;
- 15 – мулові майданчики

Далі вода проходить біологічне очищення у природних умовах – на полях фільтрації або зрошування (це можуть також бути біологічні ставки). Після біологічного очищення та знезараження воду скидають у водойми.

При великих витратах стічних вод є доцільною і у даний час найбільш застосовуваною схема з біологічним очищенням стічних вод в аеротенках (рис. 5.3). Ця схема включає механічне очищення води послідовно на ґратах, в пісковловлювачах і первинних відстійниках і біологічне очищення в аеротенках за допомогою мікроорганізмів активного мулу.

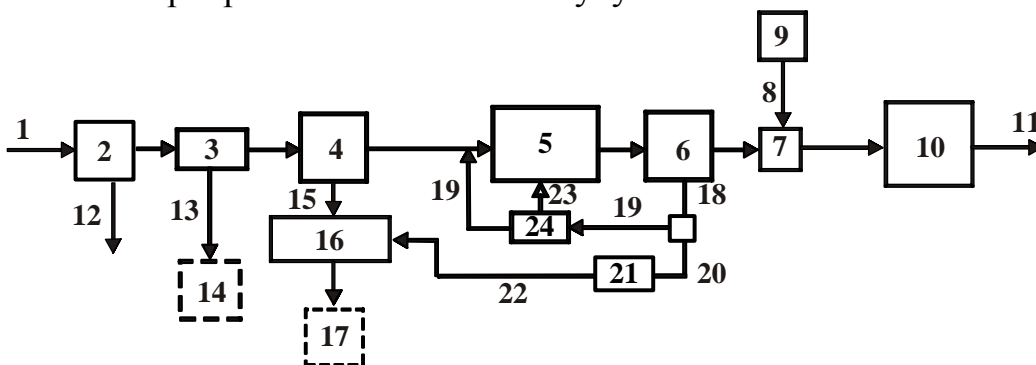


Рисунок 5.3 – Технологічна схема біологічного очищення стічних вод із застосуванням аеротенків:

- 1 – очищуванні стічні води; 2 – решітки; 3 – пісковловлювач; 4 – первинний відстійник; 5 – аеротенк; 6 – вторинний відстійник; 7 – змішувач; 8 – хлорна вода; 9 – хлораторна; 10 – контактний резервуар; 11 – випуск очищеної стічної води у водоймище; 12 – крупні відходи; 13 – піщана пульпа; 14 – піскові майданчики;
- 15 – сирий осад; 16 – метантенк; 17 – мулові майданчики; 18 – активний мул;
- 19 – циркулюючий активний мул; 20 – надлишковий активний мул;
- 21 – мулозгущувач; 22 – ущільнений надлишковий активний мул;
- 23 – стиснуте повітря; 24 – насосно-повітродувна станція

Відстійники механічного очищення води називають первинними, а ті, що розташовані після аеротенків й призначені для відокремлення активного мулу, – вторинними. Після цього воду знезаражують і скидають у водоймище. Крім того, за цією схемою передбачені споруди для обробки осаду. Окрема схема їх роботи показана на рисунку 5.4.

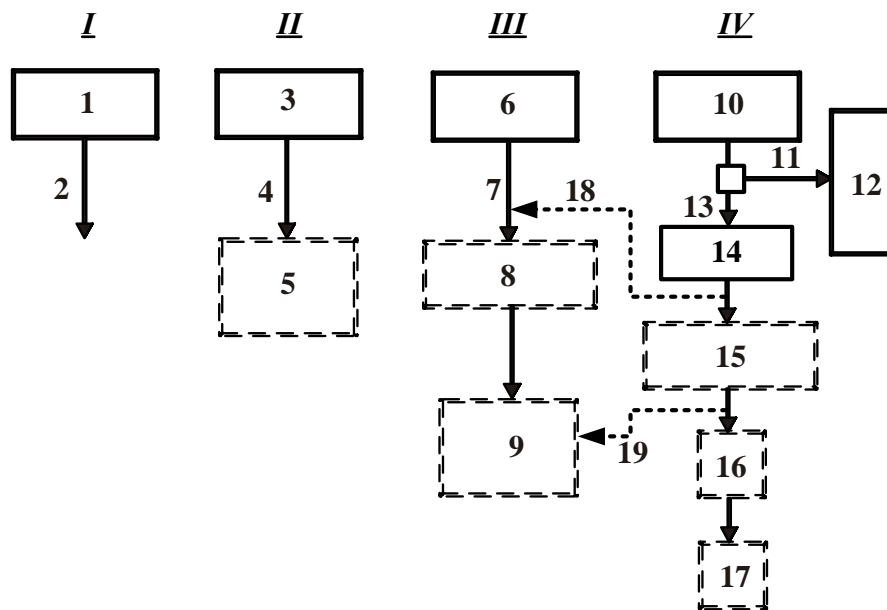


Рисунок 5.4– Принципова схема обробки осадів, що утворюються при очищенні стічних вод:

- 1 – решітки; 2 – крупні відходи; 3 – пісковловлювач; 4 – піщана пульпа;
- 5 – піскові майданчики; 6 – первинний відстійник; 7 – сирий осад;
- 8 – метантенк; 9 – мулові майданчики; 10 – вторинний відстійник;
- 11 – циркулюючий активний мул; 12 – аеротенк; 13 – надлишковий активний мул;
- 14 – мулозгущувач; 15 – аеробний стабілізатор; 16 – вакуум-фільтр;
- 17 – термічне сушіння осаду; 18 – подача ущільненого надлишкового активного мулу для сумісної обробки з сирим осадом; 19 – подача стабілізованого осаду для зневоднення в природних умовах

I – Крупні забруднення, затримані решітками, збирають і відвозяться в місця, узгоджені з санітарними органами (на звалища).

II – Важкі мінеральні забруднення (переважно пісок), затримані в пісковловлювачах, у вигляді піщаної пульпи направляють для підсушування на сплановані ділянки території, які називають піщаними майданчиками. Там відбувається видалення рідини з осаду за рахунок випаровування, збору відстоюваної води і просочування води в ґрунт з подальшим її збиранням (дренажна вода).

III – Органічний осад первинних відстійників («сирий» осад) містить багато рідини, внаслідок вмісту великої кількості органічних речовин він легко загниває з утворенням неприємних запахів, надзвичайно небезпечний у санітарно-гігієнічному відношенні, погано зневоднюється, має великі об'єми. З метою запобігання гниття осаду його стабілізують (або мінералізують, тобто окислюють органічні речовини і руйнують їх) у спеціальних спорудах. Це може

бути зброджування без кисню (в анаеробних умовах) у метантенках або стабілізація у присутності кисню (в аеробних умовах) в аеробних стабілізаторах. Обидва процеси здійснюються за участі відповідних мікроорганізмів. Потім осад зневоднюють на мулових майданчиках (у природних умовах) або механічним способом за допомогою спеціальних пристроїв (вакуум-фільтри, центрифуги, фільтр-преси).

При необхідності додаткового зниження вологості після їх механічного зневоднення застосовують термічне сушіння осадів у спеціальних сушарках. Спалювання осадів у спеціальних печах здійснюють при неможливості їх утилізації, нестачі території для заховання чи при наявності в осадах токсичних домішок.

IV – Затриманий у вторинних відстійниках надлишковий активний мул за своїми властивостями схожий до сирого осаду, тому методи обробки його самостійно або в суміші з сирим осадом аналогічні вищезгаданім (III). Перед цією обробкою з метою зменшення об'єму осад можна ущільнювати в мулозгущувачах (видаляється частина рідини).

5.5.1 Споруди механічного очищення стічних вод

Механічне очищення стічних вод застосовують для видалення завислих (нерозчинених) домішок і частково колоїдів, змішання стічних вод і усереднювання концентрації їх забруднень. Механічне очищення проводять проціджуванням, відстоюванням і фільтруванням. Склад споруд комплексу очищення стічних вод приймають залежно від необхідного ступеня їх очищення з урахуванням конкретних даних про місцеві умови.

Залежно від продуктивності технологічні схеми механічного очищення можуть бути наступними:

– при витраті до 300 м³/доб. – двоярусні відстійники, хлораторна установка, мулові майданчики;

– при витраті до 12 тис. м³/доб. – решітки, пісковловлювачі, двоярусні відстійники, хлораторна установка, контактні резервуари, мулові майданчики;

– при витраті від 100 тис. м³/доб. – решітки, пісковловлювачі, горизонтальні відстійники (при витраті до 36 тис. м³/доб. – вертикальні відстійники, біокоагулятори; при витраті більше 50 тис. м³/доб. – радіальні відстійники), хлораторна установка, контактні резервуари, метантенки, мулові майданчики.

Решітки призначені для вилучення із стічних вод крупних відходів: паперу, ганчірок, гілля, каміння, залишків овочів та фруктів тощо. Це вертикально або похило (60–70° до горизонту) поставлені на шляху руху стічних вод стрижні з прозорами (відстань між двома сусідніми стрижнями) різної величини залежно від необхідного ступеня очищення. Стрижні решітки – прямокутного, рідше круглого перетину. Частіше застосовують нерухомі решітки, остов яких наглухо закріплений в нерухомій рамі. За способом видалення затриманих домішок розрізняють решітки з очищенням ручним і механізованим способами.

Пісковловлювачі призначені для затримання під дією сили тяжіння крупних мінеральних частинок (головним чином піску), питома вага яких

значно перевищує питому вагу води. Пісковловлювачі є резервуарами, в яких стічні води протікають з швидкостями 0,15–0,3 м/с, що забезпечують випадання тільки важких мінеральних речовин (в основному піску крупністю 0,25 мм і більше, що складає до 65 % всієї кількості піску, що міститься в стічних водах). Пісковловлювачі за своєю конструкцією бувають горизонтальні, тангенціальні, вертикальні, аеровані, що відрізняються напрямком і характером руху оброблюваної рідини.

Видалення органічних нерозчинених забруднень за рахунок сили тяжіння (осідання забруднень з питомою вагою більше питомої ваги води) або за рахунок спливання (забруднень з питомою вагою менше питомої ваги води) здійснюють у відстійниках. Забруднення, які осідають, збираються на дні відстійника. Для видалення осаду встановлюють скребковий механізм. Для збору і видалення спливаючих речовин у передньої перегородки відстійника встановлюють поперечний переливний жолоб.

За призначенням виділяють первинні й вторинні відстійники. Первинні відстійники призначені для освітлення води, яка пройшла решітки і пісковловлювачі й направляється на біологічне очищення або у водоймище. Вторинні відстійники служать для уловлювання активного мулу, що виноситься з аеротенків, або біологічної плівки біофільтрів. Залежно від напрямку руху стічних вод розрізняють горизонтальні, вертикальні й радіальні відстійники.

До споруд механічного очищення можна також віднести септики, двоярусні відстійники, біокоагулятори.

5.5.2 Біохімічне очищення стічних вод

Біологічне очищення стічних вод здійснюють для видалення розчинених і колоїдних органічних речовин у процесі їх окислення або відновлення за допомогою мікроорганізмів, здатних в ході своєї життєдіяльності здійснювати їх мінералізацію. Вона може відбуватися у природних і штучних умовах.

Споруди біологічного очищення у природних умовах підрозділяють на фільтраційні (поля зрошування і поля фільтрації) і об'ємні (біологічні ставки і окислювальні канали). У спорудах першого типу стічна вода фільтрується через ґрунт, що містить аеробні бактерії, одержуючи кисень з повітря, у других – стічна вода протікає через водоймище, яке заселене аеробними мікроорганізмами і куди кисень надходить за рахунок реаерації або механічної аерації.

У штучних умовах застосовують біо- і аерофільтри, аеротенки, компактні установки з механічним аеруванням. Очищення стічних вод в цих спорудах здійснюється ефективніше, оскільки в них штучним шляхом забезпечують сприятливіші умови для життєдіяльності мікроорганізмів (в основному за рахунок більшого надходження кисню повітря).

Суть процесу біологічного очищення стічних вод полягає в тому, що при фільтрації через ґрунт або зернисте завантаження органічні забруднення стічних вод затримуються на ній, утворюючи біологічну плівку, заселену великою кількістю мікроорганізмів. Плівка адсорбує колоїдні і розчинені речовини, дрібну суспензію, вони за допомогою аеробних бактерій у

присутності кисню повітря переводяться в мінеральні сполуки. Атмосферне повітря добре проникає у ґрунт на глибину 0,2–0,3 м, де й відбувається найбільш інтенсивне біохімічне окислення.

Біологічними фільтрами називають водоочисні споруди, де відбувається біохімічне очищення стічних вод при їх фільтруванні через зернисте завантаження, поверхня зерен якої обростає біологічною плівкою, заселеною аеробними бактеріями і нижчими організмами, які здійснюють окислення адсорбованих органічних забруднень стічних вод.

Аеротенки є спорудами біологічного очищення стічних вод, окислення органічних забруднень, в яких відбувається за рахунок життєдіяльності аеробних мікроорганізмів, створюючих скупчення – активний мул. Частина органічної речовини в аеротенку окислюється, а інша забезпечує приріст бактерійної маси активного мула.

Після аеротенків очищена стічна вода відстоюється у вторинному відстійнику, де від неї відділяється активний мул, що повертається назад в цикл очищення. Цей мул називається циркуляційним активним мулом. У процесі окислення органічних речовин розмножуються аеробні мікроорганізми і кількість активного мула зростає, тому частину мулу – надлишковий активний мул – направляють на мулові майданчики для зневоднення або на переробку в метантенки (заздалегідь треба зменшити вологість мулу в мулозгущувачах).

5.5.3 Знезараження біологічно очищених стічних вод

Знезараження (дезінфекцію) стічних вод проводять з метою знищення патогенних бактерій, які містяться в них, і оберігання водоймищ від зараження стічними водами, що скидаються в них. Частково затримуються бактерійні забруднення і в спорудах з очищення стічних вод, що викликає необхідність періодичної дезінфекції цих споруд.

Знезараження стічних вод може здійснюватися різними способами: хлоруванням ультрафіолетовими променями, електролізом, озонуванням, ультразвуком.

Найбільш поширеним способом знезараження в даний час є хлорування водним розчином газоподібного хлору або хлорним вапном.

Частина хлору, що вводиться у воду, йде на окислення органічних речовин і на реакції з мінеральними домішками, які містяться у стічних водах.

Споруди для хлорування складаються з хлораторної, змішувача і контактного резервуару. У хлораторній розміщуються: витратний склад хлору, приміщення хлораторів (приготування і дозування розчину хлору). Для швидшої і кращої дезінфекції необхідне ретельне змішення хлорного розчину із стічною водою і достатній час контакту для проходження реакцій. Тривалість контакту, згідно з [16], слід приймати 30 хв. Хлор дуже отруйний, тому вміст його в повітрі приміщення хлораторної не повинен перевищувати 0,001 мг/л.

Знезараження стічних вод можливе методом озонування. Озон енергійно взаємодіє з мінеральними і органічними речовинами. Після озонування кількість бактерій зменшується на 99,8 %. Недолік цього методу – складність

устаткування і висока вартість знезараження.

Для знезараження очищених стічних вод застосовують опромінювання ультрафіолетовими променями. Проте цей спосіб ефективний лише за наявності завислих речовин у воді до 2 мг/л.

З інших методів дезінфекції води становить інтерес електроімпульсний, який не вимагає застосування реагентів і відносно простий в конструктивному оформленні. Добрі результати досягнуті при використанні ультразвукових коливань для знезараження стічних вод.

5.2 Оцінка умов скидання стічного вод у водні об'єктів

Визначити умови відведення стічних вод у водойму – означає розрахувати допустимий ступінь їхнього забруднення, за якого вони можуть бути відведеними в конкретну водойму зі збереженням при цьому якості води у створі, розташованому за 1 км вище від найближчого пункту водокористування, з дотриманням вимог, визначених СанПіНом 4630-88. Умови відведення стічних вод обов'язково визначають фахівці закладів та установ санітарно-епідеміологічної служби у разі як запобіжного, так і поточного санітарного нагляду в таких випадках [4]:

1) під час погодження відведення земельної ділянки для об'єкта, на якому утворюються стічні води, і уточнення місця їхнього спускання;

2) у процесі санітарної експертизи проєктів будівництва, реконструкції чи розширення побутової і промислової каналізації з подальшим відведенням стічних вод у поверхневу водойму;

3) під час експертизи проєкту каналізування населеного пункту чи окремого об'єкта для визначення належного для певних конкретних умов ступеня очищення стічних вод, від якого залежить у свою чергу вибір способу очищення;

4) під час поточного санітарного нагляду за діючим промисловим підприємством або побутовою каналізацією, які вже відводять стічні води у водойму, коли треба перевірити, чи відповідають умови відведення санітарним вимогам (дозвіл на скидання у водойму стічних вод діючих об'єктів зберігає силу протягом 3 років, після чого підлягає поновленню);

5) у разі зміни умов водокористування (будівництво не передбачених раніше нових підприємств, у тому числі й підприємств різних форм власності, зміна витрат води у водойми чи гідрологічного режиму внаслідок збільшення забору води для зрошування або інших потреб; зміна технологічного режиму на підприємствах, через що змінилися кількість, склад і властивості стічних вод; поява нових пунктів питного і культурно-побутового водокористування).

Визначаючи умови відведення стічних вод, слід ураховувати, що в межах (населених пунктів скидання стічних вод у поверхневі водойми заборонено. Стосовно населеного пункту місце скидання стічних вод у водойму повинно розташовуватися нижче від його межі з урахуванням можливості зворотного напрямку руху води у водоймі в разі нагінних вітрів. Визначаючи місця скидання стічних вод у проточні й малопроточні водойми (озера, ставки, водосховища та ін.), треба враховувати метеорологічні й гідрологічні умови.

У кожному випадку передбачено здійснення розрахунків умов відведення стічних вод у конкретну водойму. При цьому обов'язково враховують:

1) ступінь можливого змішування і розбавлення стічних вод водою поверхневої водойми на ділянці від місця спускання стічних вод до розрахункових (контрольних) створів найближчих пунктів господарсько-питного, культурно-побутового чи рибогосподарського призначення;

2) фонову якість води поверхневої водойми вище від місця спускання стічних вод, що розглядається. Визначаючи, фонову концентрацію, до уваги беруть аналізи води з водойми не більше ніж дворічної давнини. А за наявності інших існуючих або проєктованих спусків стічних вод між тим, що розглядається, і найближчим пунктом водокористування за фоновий беруть рівень забруднення води конкретної поверхневої водойми з урахуванням внеску вказаних випусків стічних вод;

3) нормативи якості води поверхневих водойм відповідної категорії водокористування, що визначаються правилами. Указані нормативи наведено в таблиці 5.1 [4].

Вимоги СанПіНу 4630-88 поширюються на [9]:

а) випускання всіх видів промислових і господарсько-побутових стічних вод населених пунктів, окремо розташованих житлових і громадських будівель, комунальних, лікувально-профілактичних, транспортних, сільськогосподарських об'єктів, промислових підприємств, у тому числі шахтних вод, скидних від водяного охолодження, гідрозолевидалення, нафтовидобутку, скидних вод зі зрошуваних сільськогосподарських угідь, оброблених мінеральними добривами й отрутохімікатами, осушуваних територій та інших стічних вод будь-яких об'єктів незалежно від їхньої відомчої приналежності та форми власності;

б) усі запроєктовані випускання стічних вод на промислових та сільськогосподарських підприємствах, що тільки будуються або реконструюються чи розширюються, а також у разі зміни технології виробництва; усі запроєктовані випуски стічних вод каналізації населених місць і окремо розташованих житлових та громадських будівель, інших об'єктів незалежно від їхньої відомчої приналежності та форми власності;

в) випуски зливової каналізації, що відводить атмосферні води з промислових майданчиків і території населених місць.

Методика розрахунку умов скидання стічних вод у водойму передбачає:

1) ознайомлення з матеріалами, що характеризують стоки (кількість, склад, властивості стічних вод і режим скидання);

2) ознайомлення з матеріалами, що характеризують водойму (витрата води, її склад і властивості за сезонами року, швидкість течії, умови перемішування, тривалість після льодового періоду, характер використання водойми нижче від місця скидання стічних вод);

3) перевірку ступеня змішування і розведення стічної рідини водою водойми в найближчому до міста скидання пункті водоспоживання;

4) перевірку окремих показників якості стічних вод, що випускаються у водойму;

Таблиця 5.1 – Гігієнічні вимоги до якості та властивостей води водних об'єктів у пунктах господарсько-питного, культурно-побутового і рибогосподарського водокористування

Показник складу і властивостей води	Категорія водокористування			
	І***	ІІ***	Рибогосподарські	
			І	ІІ
1	2	3	4	5
Завислі речовини*	За скидання вод конкретним водокористувачем, проведення робіт на водному об'єкті та прибережній смузі завислих речовин у контрольному створі (пункті) не повинно збільшуватися порівняно з природними умовами більш, ніж на (мг/дм ³):			
	0,25	0,75	0,25	0,75
	Для водойм, що містять у межінь понад 30 мг/дм ³ природних мінеральних речовин, допускається збільшення вмісту завислих речовин у воді в межах 5%. Стічні води, що містять завислі речовини зі швидкістю їх осідання більше 0,4 мм/с для проточних водойм і більше 0,2 мм/с для водосховищ до спуску заборонено			
Плаваючі домішки (речовини)	На поверхні водоймища не повинні виявлятися плаваючі плівки, плями мінеральних масл і скупчення інших домішок			
Запахи	Вода не повинна набувати невластивих їй запахів інтенсивністю більше 1 балу, що виявляється:			
	безпосередньо або при подальшому хлоруванні або інших способах обробки		безпосередньо	
Забарвлення	Не повинна виявлятися у стовпчику:		Вода не повинна мати нетипового кольору	
	20 см	10 см		
Температура	Літня температура води внаслідок спуску стічних вод не повинна підвищуватися більш ніж на 3°С в порівнянні з середньомісячною температурою найжаркішого місяця року за останні 10 років		Температура води не повинна підвищуватися порівняно з природною температурою водойми більше ніж на 5 °С із загальним підвищенням температури не більше ніж до 20 °С влітку і 5 °С взимку для водойм, де мешкають холодноводні риби (лососеві й сигові), і не більше ніж до 28 °С влітку і 8 °С взимку для інших випадків. У місцях нересту миня заборонено підвищувати температуру води взимку більше ніж до 2°С	
Водневий показник (рН)	Не повинен виходити за межі 6,5–8,5			
Мінеральний склад	Не повинен перевищувати за сухим залишком 1000 мг/дм ³ , зокрема хлоридів 350 мг/дм ³ , сульфатів 500 мг/дм ³		Нормується згідно з таксація ми рибогосподарських водойм	

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5
Розчинний кисень	Не повинен бути менше 4 мг/дм ³ в будь-якої пори року в пробі, відібраній до 12 г дня	Узимку(під льодом) повинен бути не меншим		
		6 мг/дм ³	4 мг/дм ³	
		Улітку (відкритий) на усіх водоймах повинен бути не меншим за 6 мг/дм ³		
БСК ₂₀	Не повинно перевищувати при 20°C, мгО ₂ /дм ³ :			
	3	6	3	3
ХСК	Не повинно перевищувати, мгО ₂ /дм ³			
	15,0	30,0	–	–
Збудники захворювань	Вода не повинна містити збудників хвороб, у тому числі життєздатних гельмінтів (аскарид, власоголов, токсакар, фасціол), онкосфери тениїд і життєздатних цист патогенних кишкових найпростіших			
Лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП)	Не більше 10 000 в дм ³ **	Не більше 5 000 в дм ³	–	–
Коліфаги (у бляшкоутворюючих одиницях)	Не більше 100 в дм ³ **	Не більше 100 в дм ³	–	–
Хімічні речовини	Не повинні міститися у воді водойм у концентраціях, перевищуючих ГДК або ОДР			
<p>* Вміст у воді завислих антропогенних речовин (пластівці гідроксидів металів, що утворюються під час очищення стічних вод, часточки азбесту, скловолокна, базальту, капрону, лавсану та ін.) регламентують відповідно до п. 2.4 і п. 4.4 СанПіНу 4630-88.</p> <p>** Не розповсюджується на джерела децентралізованого господарсько-питного водопостачання. Прочерк означає, що показник не нормований.</p> <p>*** 1-ша категорія – використання водойми дтцг централізованого або децентралізованого господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості; 2-га категорія — використання водойми для масового відпочинку населення, купання, заняття спортом.</p>				

5) в умовах поточного санітарного нагляду перевірку відповідності розрахункових величин фактичним і вивчення впливу спускання стічних вод на якість води у водоймі, водоспоживання, а в окремих випадках – і на здоров'я населення.

Розрахунок умов скидання стічних вод у конкретну поверхневу водойму починають із визначення кратності розведення стічних вод водою водойми за час пересування їх від місця скидання до створу, розташованого на 1 км вище від найближчого пункту водокористування. Кратність розведення показує, у скільки разів стічні води, що надходять, розбавляються водою водойми за час руху від місця спускання до розрахункового (контрольованого) створу. Знаючи кратність розведення і початкову концентрацію стічних вод, можна орієнтовно

встановити ступінь можливого забруднення водойми. У той же час, спираючись на кратність розведення і гігієнічні вимоги до органолептичних властивостей води у водоймі, можна визначити припустиму якість стічних вод за органолептичними показниками, коли їх можна скидати у водойму.

Кратність розведення (n) вираховують за формулою [5]:

$$n = \frac{Q \cdot a + q}{q}, \quad (5.1)$$

де Q – найменші витрати води у річці в маловодний меженний період ($\text{м}^3/\text{год}$) при 95 % забезпеченні стоку за даними гідрометеослужби;

q – середньогодинні витрати стічних вод ($\text{м}^3/\text{год}$), визначаються за технологічними розрахунками і спеціальними замірами;

a – коефіцієнт змішування (при повному розбавленні він дорівнює 1, в інших випадках менше 1).

Витрати води у водоймі, тобто об'єм води, який проходить через поперековий перетин річки за одиницю часу, визначають за даними гідрометеослужби. Відомо, що кількість води у поверхневих водоймах помітно коливається протягом року, а це впливає на розведення стічних вод. Найгірші умови для розбавлення забруднень, що надходять у водойму разом зі стічними водами, створюються в разі найменших витрат води у водоймі в маловодний меженний період. Але й за цих, найгірших, умов розведення потрібно дотримувати гігієнічних нормативів якості води в розрахунковому (контрольованому) створі в 95 % випадків. Саме тому в розрахунок беруть найменші витрати води у річці за 95 % забезпечення стоку. Обстане означає, що фактичні найменші витрати води в річці у маловодний меженний період у 95 % випадків, тобто 95 років зі 100, будуть не меншими за взяті у розрахунок Q . Наприклад, витрати води за 95 % забезпечення стоку в річці Д. у межах міста Ч. у маловодний меженний період приймають за $50 \text{ м}^3/\text{год}$. Фактичні витрати лише 5 разів за 100 років спостереження можуть бути меншими за розрахункові ($50 \text{ м}^3/\text{год}$), а решту років – $50 \text{ м}^3/\text{год}$ або більше. Середньо годинне відведення стічних вод q визначають за технологічними розрахунками і спеціальними замірами. Коефіцієнт змішування (a) – безрозмірна величина, що показує, яка частина води водойми (Q) бере участь у розведенні скинутої кількості стічних вод (q) за час пересування від місця спускання до розрахункового (контрольованого) створу. Його величина залежить від багатьох чинників: відстані по прямій та по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового створу; швидкості течії води на зазначеній ділянці; місця скидання стічної води у водойму – біля берега чи у фарватер річки; глибини річки; крутизни берегів і їхньої хвилястості тощо. Вказана величина може бути розрахована для кожного випадку і коливається від 0,1 до 1.

Для оцінювання умов відведення стічних вод за органолептичними показниками (наприклад, запахом) порівнюють величину розведення, потрібну для зникнення запаху стічних вод, яку встановлюють експериментальним шляхом, із кратністю розведення, знайденою розрахунковим методом. Якщо потрібна, для зникнення запаху величина розведення менша за розрахункову кратність розведення, то можна дозволити спускати такі стічні води в певну водойму.

Наприклад, дослідним шляхом встановлено, що зменшення специфічного запаху виробничих стічних вод до 2 балів досягається за їхнього розведення в 50 разів; розрахункова кратність розведення стічних вод водою водойми у створі, розташованому на 1 км вище від пункту водоспоживання, становить 60. Отже, умови спускання, що регламентуються Правилами, не буде порушено.

Аналогічним способом визначають умови спускання у водойми забарвлених стічних вод. Фактичне розведення їх у водоймі (розрахункова кратність розведення) повинно бути таким, щоб зникла кольоровість води в стовпчику заввишки 20 або 10 см (залежно від категорії водоспоживання).

Принцип розрахунку умов скидання стічних вод у конкретну поверхневу водойму демонструє таку схему (рис. 5.5). Припустимо, що очищені та знезаражені стічні води населеного пункту або окремо розташованого об'єкту з середньогодинними витратами q ($\text{м}^3/\text{год}$) треба відвести в найближчу водойму.

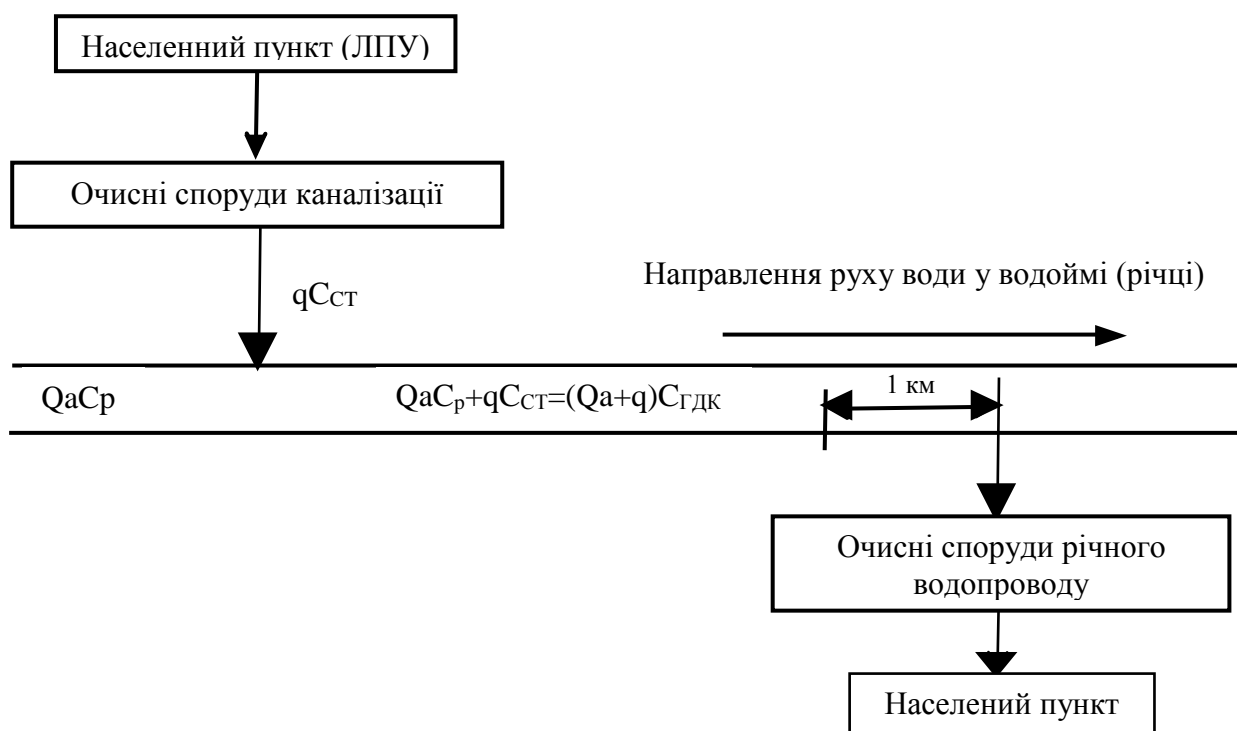


Рисунок 5.5 – Приклад розрахунків умов скидання стічних вод у конкретну поверхневу водойму

Ця водойма має певні витрати води Q ($\text{м}^3/\text{год}$) і відповідну фонову концентрацію (C_p) забруднень: органічних, мікробіологічних, хімічних. Належить визначити якість стічних вод ($C_{ст}$), коли можна дозволити скинути у водойму за умов дотримання гігієнічних нормативів ($C_{ГДК}$) у розрахунковому (контрольованому) створі. У процесі розрахунків важливо врахувати також умови можливого розведення і змішування стічних вод річковою водою, які визначає безрозмірний коефіцієнт (a).

Проведення розрахунків ґрунтується на тому, що сумарна кількість забруднень, яка складається з фонового рівня, який був у водоймі до скидання (QaC_p), та кількості забруднень, скинутих разом із стічними водами ($qC_{ст}$), не

повинна перевищувати гранично допустимий рівень, встановлений СанПіНом 4630-88, в усьому об'ємі води ($Qa + q$) $C_{ГДК}$):

$$QaC_p + qC_{СТ} \leq (Qa + q)C_{ГДК} \quad (5.2)$$

Виконаємо математичні перетворення:

1) розкриємо дужки:

$$QaC_p + qC_{СТ} = QaC_{ГДК} + qC_{ГДК}, \quad (5.3)$$

2) залишимо ліворуч від знаку рівності очікувану якість стічних вод:

$$qC_{СТ} = QaC_{ГДК} - QaC_p + qC_{ГДК}, \quad (5.4)$$

3) оскільки підсумком розрахунку є якість стічних вод ($C_{СТ}$), з якою останні можна скинути у водойму, поділимо це рівняння на q :

$$\frac{qC_{СТ}}{q} = \frac{Qa \cdot (C_{ГДК} - C_p)}{q} + \frac{qC_{ГДК}}{q}. \quad (5.5)$$

Остаточна розрахункова формула матиме такий вигляд:

$$C_{СТ} = \frac{Qa}{q}(C_{ГДК} - C_p) + C_{ГДК}. \quad (5.6)$$

За цією формулою розраховують, за якої концентрації забруднювальної речовини стічні води в кількості (q) можуть бути випущені в дану водойму із витратою води (Q) в разі коефіцієнта змішування (a) без порушення вимог СанПіНу 4630-88 [9]. Спускання стічних вод із концентрацією забруднювальних речовин, що не перевищує розрахункову, теоретично гарантує, що якість води у водоймі на 1 км вище від найближчого пункту водокористування відповідатиме вимогам СанПіНу 4630-88.

Зазначена вище формула дає змогу розрахувати умови відведення стічних вод за вмістом сухого залишку, сульфатів, хлоридів, будь-якої хімічної речовини, ГДК якої встановлена за санітарно-токсикологічною або іншою лімітувальною ознакою шкідливості. У більшості випадків стічні води, що їх скидають у водойми, одночасно містять кілька, інколи навіть кілька десятків, хімічних речовин. Останні, потрапивши в організм людини разом з питною водою, чинять комбіновану дію. Наслідком такої дії на організм людини може бути сумація шкідливих ефектів, можливість яку обов'язково треба враховувати і передбачати. Ефектом сумації володіють хімічні речовини, ГДК яких у водоймі встановлено за однаковою лімітувальною ознакою – санітарно-токсикологічною, і які належать за параметрами токсикометрії до 1-го і 2-го класів небезпеки (надзвичайно небезпечні та високонебезпечні речовини). У цьому разі набуває сили правило, що сума співвідношень фактичних концентрацій (C_1, C_2, \dots, C_n) кожної токсичної речовини у воді водойми до її ГДК ($C_{ГДК_1}, C_{ГДК_2}, \dots, C_{ГДК_n}$) не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{C_{cm_1}}{ГДК_1} + \frac{C_{cm_2}}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_{cm_n}}{ГДК_n} \leq 1. \quad (5.7)$$

Тоді остаточна формула розрахунку умов скидання стічних вод у водойму матиме такий вигляд:

$$C_{СТ} = \frac{Qa}{q} \left(\frac{C_{ГДК}}{n} - C_p \right) + \frac{C_{ГДК}}{n}, \quad (5.8)$$

де n – кількість токсичних хімічних речовин 1-го та 2-го класів небезпеки з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості, що одночасно містяться в стічних водах.

Надходження у водойму господарсько-побутових та деяких промислових (від підприємств харчової промисловості, тваринницьких та птахівницьких комплексів тощо) стічних вод, що містять органічні речовини, зумовлює зміни її кисневого режиму. А це може негативно вплинути на процеси самоочищення і санітарний стан водойми. Тому, згідно із СанПіНом 4630-88, у воді водойми нормують як БСК₂₀ (не вище за 3 або 6 мг/дм³, залежно від категорії водокористування), так і вміст розчиненого кисню (не менше як 4 мг/дм³).

Відповідно до діючого законодавства міністерства і відомства зобов'язані забезпечити розроблення пропозицій щодо зменшення спускання забруднювальних речовин на підвідомчих підприємствах, які мають або проєктують самостійні випуски¹ стічних вод у водні об'єкти, і подати їх для узгодження і за твердження органам державного санітарного нагляду у виді проєкту гранично допустимих скидів (ГДС).

Під гранично допустимим скидом речовин у водний об'єкт розуміють масу речовини в стічних водах, максимально допустиму до відведення з установленим режимом у даному пункті водного об'єкта, з метою забезпечення санітарно-гігієнічних норм якості води в пунктах водокористування. ГДС установлюють з урахуванням ГДК хімічних речовин у місцях водоспоживання, асиміляційної спроможності водного об'єкта й оптимального розподілу маси речовини між водоспоживачами, що скидають стічні води. У разі скидання деяких речовин з однаковим лімітувальним показником шкідливості ГДС установлюють так, щоб було враховано домішки, що надходять у водойму або водостік вище від розташованих випусків. Сума відношень концентрацій кожної речовини у водному об'єкті до відповідних ГДК має не перевищувати одиницю.

За відсутності затверджених ГДК для яких-небудь речовин, наявних у стічних водах, під час встановлення ГДС варто керуватися СанПіНом 4630-88, яким заборонено відводити такі стічні води у водойму. У виняткових випадках за погодженням із Головним санітарно-епідемічним управлінням Міністерства охорони здоров'я України припускається тимчасове використання орієнтовних допустимих рівнів вмісту хімічних речовин (ОДР). Їх затверджують на період наукового обґрунтування ГДК, але не більше ніж на 3 роки.

Величину ГДС (г/год) з урахуванням вимог до складу і властивостей води у водних об'єктах для всіх категорій водоспоживання визначають за формулою:

$$ГДС = q_{ст} \cdot C_{ст}, \quad (5.9)$$

де q – найбільші середньогодинні витрати стічних вод (м³/год);

$C_{ст}$ – концентрація речовин у стічних водах, дозволена до скидання (г/м³).

При цьому важливо, щоб скидання маси речовини, що відповідає ГДС, здійснювалося за розрахункової витрати стічної води $q_{ст}$. Коли зменшуватимуться витрати $q_{ст}$, за збереження величини ГДС

¹ Під самостійними випусками розуміють окремі або об'єднані для кількох підприємств випуски стічних вод безпосередньо у водні об'єкти, минаючи системи водовідведення населених місць.

збільшуватиметься концентрація речовини в стічних водах порівняно з розрахунковою $C_{ст}$, що неприпустимо.

Величина концентрації $C_{ст}$, необхідна при розрахунку ГДС, для підприємств, установ, організацій, розташованих у зонах підвищеного забруднення водних об'єктів і (або) стічних вод, що мають випуски в межах населеного пункту, приймається не більшою за ГДК речовини у воді водних об'єктів у місцях водоспоживання. В інших випадках величина $C_{ст}$ визначається розрахунковим методом за рекомендованими вище формулами з урахуванням розведення стічних вод водою водного об'єкту, якості води у водоймі вище від місця скидання стічних вод і процесів природного самоочищення.

Для об'єктів, що проектуються, ГДС установлюють з урахуванням можливої зміни умов водоспоживання на ділянці водного об'єкта, де прийматимуться стічні води запроектованого підприємства.

Проекти ГДС передусім розробляють для діючих підприємств, які скидають очищені стічні води у поверхневі водойми, також розташовані в зонах підвищеного забруднення водойм. Для водних об'єктів 1-ї і 2-ї категорій перелік підприємств, а також ділянок водних об'єктів, що належать до зон підвищеного забруднення, визначають органи й установи санітарно-епідеміологічної служби відповідно до гігієнічної класифікації водних об'єктів за ступенем їхнього забруднення (див. табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Гігієнічна класифікація водних об'єктів за ступенем забруднення

Ступінь забруднення	Оцінкові показники забруднення для водних об'єктів 1-ї і 2-ї категорій						Індекс забруднення	
	Органолептичний		Токсикологічний	Санітарний режим		Бактеріологічний		
	Запах, присмак, бали	ГДКорг (кратне перевищення)	ГДКтокс (кратне перевищення)	БПК ₂₀ , мг/дм ³		Розчинений O ₂ , мг/дм ³		Кількість ЛКП в 1 л
I				II				
Допустимий	2	1	1	3	6	4	$< 1 \cdot 10^4$	0
Помірний	3	4	3	6	8	3	$1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5$	1
Високий	4	8	10	8	10	2	$1 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^6$	2
Надзвичайно високий	> 4	> 8	100	> 8	> 10	1	$> 1 \cdot 10^6$	3

Методи ні вказівки з розгляду проектів гранично допустимих екидів (ГДС) речовин що надходять у водні об'єкти зі стічними водами № 2875-83.

ГДКорг – гранично допустимі концентрації речовин, встановлені за органолептичною ознакою шкідливості; ГДКтокс – гранично допустимі концентрації речовин, встановлені за токсикологічною ознакою шкідливості. Для водних об'єктів, що їх використовують для масового відпочинку населення (2-га категорія), припустиме значення ЛКП не більше за $1 \cdot 10^3$, за сприятливої епідемічної ситуації у районі – не більше за $1 \cdot 10^4$ КУО/дм³ води (відповідно змінюється градація показника).

ЛКП – лактозопозитивні кишкові палички.

Проекти ГДС затверджують у базових органах Міністерства екології за погодженням з органами й установами санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України на певний термін, після чого вони їх переглядають у бік зниження, аж до повного припинення в перспективі скидання у водні об'єкти речовин, що їх забруднюють. Органи й установи санітарно-епідеміологічної служби розглядають проекти ГДС для об'єктів виробничого (у тому числі сільськогосподарського) і житлово-громадського призначення, що мають або проєктують самостійні випуски стічних вод у водні об'єкти, які використовують у даний час або намічені до використання в перспективі для господарсько-питних і культурно-побутових цілей, а також у водні об'єкти в межах населених пунктів. Порядок розглядання і затвердження проєктів ГДС такий самий, як у разі видання органами державного санітарного нагляду дозволу на спеціальне водоспоживання.

Проекти ГДС для діючих об'єктів можуть бути погоджені в тому разі, якщо вони забезпечують дотримання нормативів якості води в пунктах водоспоживання. Терміни досягнення проєктів ГДС погоджують місцеві органи державного санітарного нагляду з урахуванням конкретної санітарної ситуації, виходячи зі ступеня небезпеки існуючого забруднення. Для об'єктів, що проєктуються, проекти ГДС погоджують тільки за умови, що скидання стічних вод запроєктованого об'єкту не призведе до перевищення допустимого рівня забруднення в пунктах водоспоживання.

Якщо за дотримання ГДС діючими об'єктами не досягають нормативних показників складу і властивостей води в пунктах водоспоживання (наприклад, у разі непередбаченої раніше зміни технологічного режиму на підприємствах, збільшення використання води, зміни гідрологічного режиму водойми, будівництва нових об'єктів, появи нових пунктів водоспоживання тощо), органи й установи санітарно-епідеміологічної служби ставлять перед органами з регулювання використання й охорони вод питання про достроковий перегляд затверджених ГДС.

5.3 Гігієнічні вимоги до якості води у поверхневих водоймах

Гігієнічні вимоги до якості води у поверхневих водоймах залежно від видів водокористування в нашій країні регламентовані СанПіН № 4630-88. З 21.10.1991 р. в Україні ввели в дію «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення» розроблені Державним комітетом з охорони природи колишнього СРСР. Указаними правилами встановлено додаткові норми якості води водойм і проток для умов рибогосподарського водокористування. Останні за деякими показниками є жорсткішими порівняно з визначеними СанПіНом 4630-88. Крім того, ці вимоги регламентовані «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами», затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України від 25.03.1999 р. за № 465 (далі Правила). Вони є обов'язковими для дотримання посадовими особами й окремими громадянами. Основною метою правил є: запобігання забрудненню водних об'єктів або його усунення, яке може спричинити гострі

інфекційні й паразитарні захворювання, що поширюються через воду, та розвиток інтоксикацій у населення в разі використання води для господарсько-питних та культурно-побутових потреб; знизити рекреаційну роль водойм у зв'язку з появою у воді сторонніх неприємних запахів, видимих неозброєним оком домішок, плівки, забарвлення тощо.

Правила стосуються всіх (великих і малих, проточних і непроточних) поверхневих водойм. Ними визначаються гігієнічні вимоги й нормативи якості води залежно від народногосподарського призначення. Вони регламентують різні види господарської діяльності, що можуть призвести до забруднення поверхневих водойм, визначають умови, за яких водойма вважається забрудненою, не придатною повністю або частково для централізованого господарсько-питного водопостачання чи масового відпочинку населення.

Нормативи якості води водойм складаються із сукупності допустимих значень показників її складу і властивостей, у межах яких надійно забезпечуються здоров'я населення, сприятливі умови водокористування й екологічне благополуччя водного об'єкта. Слід зазначити, що не всі показники та їхні параметри, передбачені міжнародними «Єдиними критеріями якості вод» (див. с. 201) [4], нормуються у нашій країні.

Згідно із Правилами, нормативи якості води у водоймах (табл. 5.1) встановлюють залежно від характеру використання водних об'єктів для народногосподарських цілей. Водні об'єкти або їхні ділянки поділяють на дві категорії водокористування. До I категорії зараховано поверхневі водойми, які використовують для централізованого чи децентралізованого господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості. До II категорії належать поверхневі водойми, які виконують рекреаційну роль, тобто їх використовує населення для купання, занять спортом і відпочинку, а також як доповнення для архітектурної виразності населеного пункту.

Вимоги до якості води водойм повинні дотримувати в так званому контрольованому створі (створ – поперековий перетин річки), розташованому для проточних водойм на 1 км вище від пункту водокористування, для непроточних – на 1 км по обидва боки від нього. Відносно місця скидання стічних вод у водойму цей пункт водокористування повинен бути найближчим. Для проточних водойм його планують нижче за течією. До того ж категорію водойми встановлюють саме залежно від того, як її використовують у цьому, найближчому до місця скидання стічних вод, пункті. Категорії водокористування визначають винятково установи санітарно-епідеміологічної служби.

Забрудненням водойми стічними водами вважаються такі зміни якості води в контрольованому створі, які не відповідають вимогам СанПіНу 4630-88 і обмежують водокористування. Саме тому, що обмеження водокористування визначається якістю води у водоймі, нормують показники не складу стічних вод, що скидають у водойму, а якості води у водоймі за 1 км вище від пункту водокористування для проточних і по обидва боки від пункту водокористування для непроточних водойм.

Для забезпечення оптимальних умов господарсько-питного і культурно-побутового водокористування було запропоновано гігієнічну класифікацію водних об'єктів за ступенем забруднення. В основу цієї класифікації покладено провідний принцип і головну мету водного законодавства – запобігання несприятливому впливу на населення хімічних і бактеріальних забруднювачів води. У класифікацію введено оцінникові показники, що стосуються чотирьох критеріїв шкідливості забруднення води водних об'єктів: органолептичного, токсикологічного, загальносанітарного і бактеріологічного (табл. 5.2). Це такі показники: запах і присмак води; кратність перевищення ГДК хімічних речовин, нормативи для яких встановлено за органолептичною і токсикологічною ознаками шкідливості; розчинений кисень; БСК₂₀; кількість кишкових паличок в 1 л води.

Чотири градації оцінникових показників відповідають допустимому, помірному, високому і дуже високому ступеням забруднення водойм 1-ї та 2-ї категорій водокористування. Якщо водойма одночасно є об'єктом водокористування 1-ї (господарсько-питної) і 2-ї (культурно-побутової) категорій, то класифікацію забруднення водойми проводять за градацією показників (за винятком бактеріологічного) для 1-ї категорії; градація бактеріологічного показника приймається для 2-ї категорії, для якої встановлено жорсткіший норматив кількості лактозопозитивних кишкових паличок (ЛКП). У підсумку санітарний стан водойми характеризується узагальненим індексом забруднення. Цей індекс встановлюють за оцінниковим показником, зміненим у найвищому ступені (лімітувальна ознака).

Індекс забруднення 0 характеризує водойми, які можна використовувати без обмеження. Індекс 1 свідчить про помірний ступінь забруднення і часткове порушення водокористування (існування певного ризику щодо несприятливого впливу забрудненої води на стан здоров'я населення). Індекс 2 вказує на виражене забруднення і повну непридатність водойми для всіх видів водокористування. Індекс 3 характерний для водойм з дуже високим ступенем забруднення. Такі водойми не тільки не придатні для водокористування, але навіть тимчасовий контакт з такою водою може несприятливо вплинути на здоров'я людини.

До водойм, що розташовані в смузі населеного пункту, пред'являються такі самі вимоги, як до водойм 2-ї категорії водокористування. Коли скидають стічні води в межах населеного пункту, вимоги до складу і властивостей їх мають бути такими, як до якості води водойми. За наявності ефективних конструкцій розсіювальних випусків, що гарантують належне змішування і розведення стічних вод у створі спускання, вимоги до складу і властивостей стічних вод встановлюють з урахуванням їхнього розведення у водоймі.

Правила з метою санітарної охорони водойм обмежують відведення в них стічних вод під час господарської діяльності суб'єктів різних форм власності, окремих громадян. Для цього рекомендують максимально використовувати стічні води в зворотних системах водопостачання для вилучення цінних відходів, усувати їх повністю або частково за рахунок раціоналізації технології виробництва й облаштування безстічних виробництв, а також використовувати

для зрошування в сільському господарстві.

Забороняється скидати у поверхневі водойми: неочищені й недостатньо очищені господарсько-побутові, промислові та зливові стічні води; стічні води, що містять шкідливі речовини або продукти їхньої трансформації у воді, на які не встановлено ГДК чи ОДР; радіоактивні речовини; технологічні відходи; промислову сировину, реагенти, напівпродукти і кінцеві продукти у кількостях, що перевищують встановлені нормативи технологічних втрат. Правилами заборонено скидати в поверхневі водойми стічні води, що містять збудників інфекційних захворювань. Небезпечні в епідемічному плані стічні води дозволено скидати у водойми тільки після повного очищення й знезаражування. Критерієм епідемічної безпечності таких стічних вод є індекс бактерій групи кишкової палички, що не вищий за 1 000, і індекс колі-фагів до 1 000 БУО/дм³. Розрахункову дозу активного хлору уточнюють у процесі експлуатації устаткування для знезаражування стічних вод. Концентрація залишкового вільного хлору в знезараженій стічній воді після контакту має бути не меншою за 1,5 мг/дм³.

Правила поводження з радіоактивними стічними водами регламентують залежно від їхньої питомої активності, концентрації радіонуклідів і фізико-хімічних особливостей нормами радіаційної безпеки НРБ-97. У господарсько-побутову каналізацію дозволено спускати радіоактивні стічні води з концентрацією радіонуклідів, що перевищує допустиму для питної води не більше ніж у 10 разів, лише за умов десятикратного розбавлення нерадіоактивними стічними водами ще в колекторі відповідної установи (підприємства). Якщо не забезпечено такого розбавлення, то рідкі радіоактивні відходи збирають в окремі ємності й відправляють на пункти захоронення радіоактивних відходів. У разі скидання стічних вод у поверхневі водойми концентрація радіоактивних речовин у них не повинна перевищувати допустимої концентрації для питної води.

Правилами передбачено й інші умови, за яких стічні води заборонено скидати у поверхневі водойми чи на поверхню їхнього льодяного покриву. Зокрема, забороняється скидати стічні води в поверхневі водойми, які використовують з лікувальною метою (для водо- і грязелікування), у водойми, розташовані в межах округів санітарної охорони курортів, тощо.

За неможливості уникнути відведення стічних вод у поверхневі водойми треба в кожному випадку розрахунковим шляхом визначити умови відведення, які б гарантували охорону поверхневої водойми від забруднення. Тобто дозволено скидати стічні води лише тоді, коли вони за змішування й розведення з водою водойми: а) не позначаються несприятливо на фізичних властивостях і органолептичних показниках якості води; б) не перевищують допустимої межі мінерального складу води; в) не порушують процесів самоочищення у водоймі; г) не вносять у водойму патогенних мікроорганізмів, цист протозойних, яєць гельмінтів; д) не підвищують вмісту шкідливих речовин до рівнів, небезпечних для здоров'я населення, яке використовує воду для господарсько-питних потреб.

Контрольні запитання



1. З якою метою проводять очищення стічних вод?
2. Як класифікують способи очищення стічних вод? В яких випадках їх застосовують?
3. Які групи споруд входять до складу загальноміських очисних споруд?
4. У чому полягає суть механічного очищення стічних вод?
5. Назвіть споруди, де здійснюється механічне очищення стічних вод.
6. У чому полягає суть біологічного очищення води?
7. Назвіть способи біологічного очищення води.
8. У чому різниця між аеробними й анаеробними процесами очищення води?
9. Що таке активний мул?
10. Охарактеризуйте схему механічного очищення стічних вод.
11. Охарактеризуйте схему біологічного очищення стічних вод на полях зрошування.
12. Охарактеризуйте схему біологічного очищення стічних вод в аеротенках.
13. Які осади утворюються при очищенні стічних вод?
14. Назвіть способи знезараження біологічно очищених стічних вод.
15. Що передбачає Методика розрахунку умов скидання стічних вод у водойму?
16. Назвіть категорії водокористування, що визначаються правилами.
17. Що розуміють під гранично допустимим скидом речовин у водний об'єкт.
18. Назвіть ступені забруднення.
19. Назвіть які в нашій країні регламентовані гігієнічні вимоги до якості води у поверхневих водоймах залежно від видів водокористування.

ТЕМА 6 Санітарні вимоги до розміщення та експлуатації каналізаційних та водопровідних споруд

6.1 Водопровідні споруди

Для проведення систематичного санітарного нагляду за ходом будівництва водопровідних споруд санітарний лікар з комунальної гігієни повинен відвідувати такі об'єкти не рідше 1 разу на квартал. При цьому він перевіряє: чи ведеться будівництво відповідно до затвердженого проєкту; чи відповідають терміни будівництва затвердженим виконання будівельних робіт.

Відвідуючи об'єкт, необхідно оглядати споруджувані споруди, в тому

числі умови зберігання водопровідних труб до їх укладання в траншеї (отвори труб повинні бути закриті спеціальними пробками, щоб виключити можливість попадання в труби відходів, бруду, поверхневих вод) та способи укладання труб (попереднє закладення стиків). Перевіряють також акти на виконання прихованих робіт (проведення гідроізоляційних заходів на всіх резервуарах і ємностях, закладення стиків між обсадними трубами свердловин, закладення міжтрубного і затрубного просторів, застосовувані полімерні матеріали і т. д.). Результати кожного відвідування оформляють актом.

Прийняття в експлуатацію свердловин проводиться таким чином. Вивчають проєкт свердловини, буровий журнал, журнали пробних відкачок, огляду матеріалів (зокрема, визначають, які застосовувалися синтетичні матеріали) та ін. Потім оглядають свердловину, звертаючи увагу на наступне: а) чи виведені вище поверхні землі (не менше ніж на 0,5 м) всі труби, зазначені в проєкті; б) чи проведена утрамбовка бурової шахти (прямку) м'ятою глиною; в) чи є міжтрубна та затрубна цементация. Знайомляться з результатами пробного будівельного відкачування, яке роблять до повного освітлення води зі свердловини. Проби води для бактеріологічного та хімічного аналізів відбирають наприкінці тривалої відкачки, при продуктивності, що трохи перевищує проєктну. Санітарний лікар дає позитивний висновок про можливість введення в експлуатацію свердловини тільки при повному виконанні проєкту і при відповідності якості води, що подається, вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1].

Якщо свердловина прийнята в експлуатацію, будують павільйон або шахту, роблять установку водопідйомника та обладнання свердловини, після чого свердловина готова до експлуатації разом з іншими спорудами водопроводу.

6.1.1 Прийняття в експлуатацію збудованих водопровідних споруд

Виробляється в 2 етапи: спочатку робочою комісією, а потім державною. Робоча комісія створюється замовником за обов'язкової участі в ній представників замовника, проєктних і будівельних організацій, органів санітарного та пожежного нагляду, а також ряду інших зацікавлених організацій. Робоча комісія перевіряє відповідність виконаних будівельно-монтажних робіт проєктної документації, дає висновок за результатами пробної експлуатації обладнання та про можливість пред'явлення об'єкта до прийняття державною комісією.

У процесі пробної експлуатації водопроводу проводиться наступна робота. Спорудження та установки, призначені для обробки води, промивають і дезінфікують. Дезінфекцію відстійників, змішувачів і фільтрів проводять шляхом заповнення їх на 5–6 год хлорною водою з вмістом 75–100 мг/дм³ активного хлору. Можна використовувати воду, що містить 40–50 мг/дм³ активного хлору, але при експозиції не менше 24 год. З плином часу контакту хлорну воду видаляють, а спорудження промивають чистою водою до зниження вмісту в ній активного хлору до 0,3–0,5 мг/дм³. Таким же чином при

введенні в експлуатацію після очищення або ремонту знезаражуються розчинні баки малої місткості. Для дезінфекції великих ємностей їх стіни і дно рясно зрошують зі шлангу або гідропульта хлорною водою з концентрацією активного хлору 200–250 мг/дм³. Через 1–2 год ці поверхні промивають чистою водою. Після заповнення резервуарів та дворазових задовільних бактеріологічних аналізів, наступних один за одним з інтервалами, достатніми для повного обміну води, їх закривають, пломбують і дозволяють експлуатацію.

Дезінфекцію свердловин роблять після відкачування води. Спочатку знезаражують затоплену частину свердловини, для чого в ній на кілька метрів нижче статичного рівня встановлюють пневматичну пробку, накачуючи в неї стисле повітря. Весь обсяг свердловини вище пробки заповнюють на 3–6 годин хлорною водою, що містить 50–100 мг/дм³ активного хлору. Потім пробку витягують і хлорну воду за допомогою спеціального змішувача вводять в підводну частину свердловини (тобто від статичного рівня до забою) з таким розрахунком, щоб концентрація активного хлору після перемішування з водою в свердловині була не менше 50 мг/дм³. Через 3–6 годин контакту воду зі свердловини відкачують до зникнення помітного запаху хлору (або до негативної реакції на активний хлор) і відбирають пробу води для контрольного бактеріологічного та хімічного досліджень.

Перед прийманням в експлуатацію водопровідної мережі роблять її випробування на міцність і герметичність (заповнюють її водою під тиском, що в 2 рази перевищує величину робочого тиску) і попереднє очищення шляхом тривалої (протягом 4–5 год) та інтенсивної промивки при швидкості руху води 1,2–1,5 м/с. Потім водопровідні труби заповнюють хлорною водою з вмістом активного хлору 75–100 мг/дм³ не менше ніж на 6 годин. Після контакту з хлорною водою мережу промивають чистою водою. Відбирають проби води для бактеріологічного та хімічного досліджень.

Після промивання та дезінфекції головних водопровідних споруд та мережі дозволяють пуск водопроводу і пробну експлуатацію, яка повинна тривати не менше 48 годин. У процесі пробної експлуатації проводять лабораторні дослідження води для перевірки ефективності роботи всіх водопровідних споруд.

Після позитивного висновку (акту) робочої комісії водопровід приймає в експлуатацію державна приймальна комісія, до складу якої входять представники державного санітарного нагляду. Комісія знайомиться з затвердженим проектом водопроводу, експертним заключенням за проектом СЕС, перевіряє акти на приховані роботи, акти проміжного приймання окремих вузлів і конструкцій, а також акт робочої комісії, встановлює відповідність збудованого об'єкта затвердженому проекту і готовність його експлуатації та при відсутності недоробок і дефектів складає акт приймання в експлуатацію всього об'єкта в цілому.

6.2 Каналізаційні споруди

6.2.1 Поточний та попереджувальний санітарний нагляд

Поточний санітарний нагляд

Поточний санітарний нагляд включає:

- 1) виявлення джерел забруднення та вивчення їх впливу на водойму, водокористування і здоров'я населення;
- 2) санітарне обстеження споруд з очищення, доочищення та знешкодження стічних вод та їх опадів для подальшого обліку та паспортизації об'єктів;
- 3) періодичний санітарний контроль за експлуатацією, утриманням та ефективністю роботи очисних каналізаційних споруд з використанням даних санітарного обстеження і лабораторного аналізу стічних вод;
- 4) періодичний (1 раз на 3 роки) контроль за дотриманням умов випуску стічних вод на діючих об'єктах;
- 5) розробку планів заходів, спрямованих на зменшення забруднення водойм, узгодження цих планів з зацікавленими організаціями та відомствами.

Попереджувальний санітарний нагляд

Попереджувальний санітарний нагляд включає:

- 1) участь у виборі і відведення земельної ділянки під будівництво споруд з очищення стічних вод, а також у виборі способу і місця випуску стічних вод у водойму;
- 2) визначення (розрахунок) умов випуску у водні об'єкти всіх проєктованих випусків виробничих, господарсько-побутових та зливових стічних вод;
- 3) участь у санітарній експертизі проєктів будівництва реконструкції або розширення каналізації населених місць та інших об'єктів, стічні води яких можуть служити джерелом забруднення водойм;
- 4) контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних вимог у процесі будівництва каналізації та очисних споруд.

6.2.2 Санітарне обстеження споруд з очищення, доочищення та знешкодження стічних вод та їх осадів

У практичній діяльності санітарного лікаря з комунальної гігієни програма санітарного обстеження очисних каналізаційних споруд включає наступні завдання:

- 1) складання паспорта об'єкта;
- 2) санітарний контроль за ефективністю роботи очисних споруд;
- 3) з'ясування причин погіршення якості очищення і невідповідності умов випуску при аварійних ситуаціях.

Для реалізації будь-якого з зазначених завдань потрібно провести санітарно-топографічне, санітарно-технічне та санітарно-епідеміологічне обстеження.

Основною метою *санітарно-топографічного обстеження* очисних станцій є виявлення порушень гігієнічних вимог, що пред'являються до вмісту і експлуатації території, окремих споруд, очисної станції в цілому і СЗЗ.

Територія очисної станції повинна бути огорожена, упорядкована і освітлена. Розміри СЗЗ від каналізаційних споруд до меж житлової забудови, громадських будівель і підприємств харчової промисловості повинні відповідати вимогам ДБН [3, п. 17.1].

Несприятливий вплив очисних каналізаційних станцій може проявлятися внаслідок поширення неприємних запахів, шуму, бактеріального та хімічного забруднення ґрунту, підземних і поверхневих вод, атмосферного повітря, через вирощувані поблизу очисних станцій або очисних споруд овочі, ягоди, фрукти, а також при прямому контакті людей зі стічною рідиною (робітники, діти).

Основними шляхами запобігання цих видів несприятливих впливів є достатній ступінь благоустрою території очисної станції, дотримання гігієнічних вимог до її вмісту, відсутність органічних і гідравлічних перевантажень очисних споруд, висока ефективність їх роботи, правильність влаштування окремих споруд, своєчасні налагодження, ремонт очисної станції в цілому та окремих споруд, постійний санітарний контроль за їх роботою, достатність розмірів СЗЗ, їх корекція відповідно до панівним напрямом вітру, відповідність ступеня очищення води умовами випуску.

Санітарно-технічне обстеження повинно включати перевірку правильності влаштування, утримання та експлуатації споруд з очищення, доочищення, знешкодження та знезараження стічних вод та їх осадів. Для здійснення цього виду роботи необхідно знати гігієнічні та основні санітарно-технічні вимоги, пропоновані до очисної станції в цілому і до окремих очисних каналізаційних споруд. Ці вимоги викладені в ДБН [3].

Санітарно-епідеміологічне обстеження проводиться з метою виявлення впливу стічних вод на захворюваність персоналу очисної станції і населення, що проживає поблизу, кишковими інфекціями (з водним механізмом передачі) і геогельмінтозами. Захворюваність персоналу вивчають за листками непрацездатності.

При поточному санітарному нагляді залежно від наміченого завдання здійснюється поглиблене і поточне санітарне обстеження. Поглиблене обстеження рекомендується проводити за спеціально складеною картою [16, с. 135]. При заповненні пунктів цієї карти необхідно керуватися ДБН [3], методичними вказівками, рекомендаціями Міністерства охорони здоров'я України та іншими офіційними документами в галузі санітарної охорони водних об'єктів. Даючи гігієнічну оцінку технологічним параметрам окремих споруд або очисній станції в цілому, необхідно звернути увагу на основні характерні для даної споруди параметри. Наприклад, в пісковловлювачах швидкість руху потоку повинна бути 0,15–0,3 м/с, в септиках час перебування стічних вод 1–3 доби, періодичність видалення осаду з септика 1–2 рази на рік. В аеротенках повного окислення час аерації повинен складати не менше 24 годин, органічне навантаження не повинно перевищувати 0,1 г БПК₅ на 1 г мулу на добу, а доза активного мулу – 2,5–4 г/дм³; в крапельних біофільтрах

гідравлічне навантаження повинно бути не більше $3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ на добу, а високонавантажуваних – $10\text{--}30 \text{ м}^3/\text{м}^2$ на добу, а окислювальна потужність в крапельних – 200 г БПК_5 на 1 м^3 завантаження і т. д.

Слід зазначити, що навантаження по масі для звичайних аеротенків не повинно перевищувати 1 г БПК_5 на 1 г мулу на добу, муловий індекс – 100 мг/г .

Повне або поточне санітарне обстеження очисної станції набагато простіше поглибленого, тому що можна обмежитися вивченням паспорта об'єкта і попередніх актів санітарного обстеження. Якщо таких немає, то санітарний лікар складає програму поточного санітарного обстеження, в яку включає такі основні питання:

- 1) наявність відхилень від проєкту очисних споруд;
- 2) відповідність принципової схеми очисних споруд даній кількості стічних вод;
- 3) правильність влаштування, утримання та експлуатації очисних споруд, території, наявність СЗЗ, її відповідність гігієнічним вимогам;
- 4) кількість поступаючих стічних вод, якість і ефективність очищення;
- 5) дотримання умов випуску стічних вод;
- 6) перевірка виконання графіку профілактичного ремонту обладнання;
- 7) робота відомчої лабораторії. Закінчується планове (поточне) санітарне обстеження складанням акта санітарного обстеження очисних споруд.

При аварійних ситуаціях програма обстеження визначається залежно від порушень технології обробки води при різкому збільшенні кількості стічних вод, спуску в каналізаційну мережу промислових стічних вод, виході з ладу основного та резервного обладнання. Обстежуючи очисні станції в зазначених умовах, санітарний лікар бере участь у розробці та погодженні плану заходів з ліквідації наслідків аварії.

Результати обстеження заносяться в акт санітарного обстеження.

Під час санітарного обстеження очисних станцій санітарний лікар повинен враховувати, що основними причинами порушення їх нормальної роботи зазвичай є:

- 1) перевантаження споруд;
- 2) приплив виробничих стічних вод, що не відповідає вимогам для прийому їх до побутової каналізації;
- 3) залпове надходження стічних вод;
- 4) перерва в електропостачанні;
- 5) недотримання термінів (за графіком) капітального та планово-попереджувального ремонту споруд та електромеханічного обладнання;
- 6) порушення обслуговуючим персоналом правил технічної експлуатації очисних споруд та правил техніки безпеки.

При обстеженні очисних споруд встановлюють, на який об'єм стоків вони проєктувалися, яка схема обробки води була прийнята і яка очікувалася ефективність очищення, а також повністю або частково закінчено будівництво очисних споруд і не були допущені відхилення від проєкту в процесі будівництва. Обстеження починають з огляду майданчика очисної станції. Потім з'ясовують фактичну кількість стоків, що надходять на очисні споруди

протягом доби. Для цього використовують показання спеціальних вимірювальних приладів, дані про роботу насосів або технічний персонал робить спеціальні виміри в присутності особи, що проводить обстеження. Обстеження окремих очисних споруд проводять по ходу технологічного процесу обробки стічної рідини.

При обстеженні грат санітарний лікар з'ясовує кількість затримуваних відходів і спосіб видалення та знешкодження їх. На великих очисних станціях продуктивністю понад 200 м³/добу відходи піддають дробленню, на малих – їх вивозять в місця загального знешкодження (удосконалені звалища) або компостують на місці. Важливо перевірити санітарно-технічний стан приміщень, в яких розташовуються решітки (кратність вентиляції з притоку повинна становити не менше 3), наявність і вміст побутових приміщень.

Найбільш частою причиною незадовільної роботи пісковловлювачів є їх перевантаження. У цьому випадку в пробах води після пісковловлювачів виявляють пісок. Якщо пісковловлювач працює з недовантаженням, то в осаді міститься велика кількість органічних речовин. Для усунення цих недоліків у роботі пісковловлювачів необхідна регуляція надходження стічної рідини в кожен секцію.

Підвищене винесення осаду з первинних відстійників може бути обумовлене перевантаженням відстійників, руйнуванням водозливів, засміченням гребнів, руйнуванням центральної труби і відбиваючого щита. Відповідно до зазначених причин використовують такі способи підвищення ефективності відстоювання: зменшення подачі стічної рідини, очищення гребнів водозливу, ремонт центральної труби, що подає стічну рідину. Винос жирових і плаваючих частинок з відстійника зазвичай пояснюється тим, що гребні жирового лотка встановлені не за проектом або зруйновані переливні дошки. Виділення великої кількості газів і спливання осаду свідчать про несвоєчасне видалення осаду з відстійників.

При санітарному обстеженні споруд біологічного очищення з активним мулом санітарний лікар встановлює основні технологічні параметри, що характеризують процес біохімічної очистки стічних вод і визначають ефективність роботи споруд: навантаження, швидкість окислення, окислювальну потужність, відносний і питомий приріст мулу, муловий індекс.

Якщо при обстеженні аеротенків виявлено факт загибелі активного мулу (відсутність пластівців, спливання), то це може бути обумовлено високими навантаженнями забруднень, недостатньою аерацією муловодяної суміші, надходженням токсичних речовин. У таких випадках санітарний лікар може рекомендувати повну заміну середовища в аеротенках, додавання свіжого активного мулу і посилення аерації. Поява на поверхні рідини в аеротенку великих бульбашок повітря може свідчити про прорив фільтроносних пластин.

Основним технологічним параметром, що визначає ефективну роботу біофільтрів, є окислювальна потужність. Під окислювальною потужністю біофільтра розуміють кількість органічних речовин, яке може бути окислено і тим самим видалено з стічної рідини на добу на 1 м³ завантажувального матеріалу. Гідравлічне навантаження на краплинні біофільтри не повинне

перевищувати 3, а на високонавантажувані 10–30 м³/м² на добу.

Найбільш частою причиною незадовільної роботи біофільтрів є зменшення їх пропускної спроможності в результаті замулювання фільтруючого матеріалу відмираючою біоплівкою. Для усунення цього санітарний лікар може рекомендувати промивку поверхні завантаження хлорною водою з розрахунку 30–50 г активного хлору на 1 м³ завантаження.

При обстеженні біофільтрів важливо встановити періодичність спрацьовування сифонів. Для ефективної роботи біофільтрів спорожнення сифонів повинно проводитися не частіше одного разу на 5 хв. При частому засміченні спринклерів рекомендується встановити перед біофільтром решітки з розміром отворів не більше 10 мм.

Різке збільшення виносу активного мулу з вторинних відстійників може бути пов'язано з нерівномірним навантаженням, збільшенням концентрації активного мулу, несвоєчасним видаленням осаду.

Сірий колір збродженого осаду, що видаляється з метантенка, різкий запах сірководню та рН менше 6,5 свідчать про початок кислого бродіння. Щоб процес збродження осаду здійснювався у фазі метанового бродіння, необхідно на час припинити подачу сирого осаду та інтенсивно перемішати вміст метантенка інжекторами, мішалкою або гідроелеваторами.

Іноді спостерігається закислення осаду зі збільшенням вмісту легких жирних кислот і зниженням рН. Таке порушення процесу бродіння обумовлено надходженням з промисловими стоками кислотних осадів солей важких металів та інших токсичних речовин. Для ліквідації цієї причини незадовільної роботи метантенків необхідно вивантажити частину осаду і додати свіжий.

При обстеженні споруд ґрунтового очищення стічних вод (поля зрошення і фільтрації) необхідно, насамперед, з'ясувати, чи відповідають величини навантажень стічних вод місцевим ґрунтовим, кліматичним і гідрологічним умовам.

Навантаження на комунальні поля зрошення і фільтрації не повинні перевищувати величин, зазначених у ДБН [3]. Навантаження на землеробські поля зрошення розраховується залежно від виду вирощуваних культур, періоду поливу (влагозарядковий, вегетаційний) і забезпеченості ґрунту вологою. Особливо ретельній перевірці підлягає спосіб зрошення. Спосіб зрошення (по борознах, смугах, суцільний затоку, дощування, підземне зрошення) має відповідати виду вирощуваних культур і ступеня чистоти стічних вод.

Без обмеження по якості стічних вод і способу поливу може проводитися зрошення пасовищ, полив з технічними і кормовими культурами. Для зрошення угідь з овочевими культурами необхідні повна біологічна очистка стічних вод та їх дегельмінтизація. В умовах ґрунтового очищення найбільш прийнятним способом дегельмінтизації стічних вод є пристрій біологічних ставків.

В програму обстеження біологічних ставків необхідно включити такі питання: 1) характер використання протягом року; 2) чи є ставки самостійними очисними спорудами або застосовуються для доочищення стічних вод після біологічного очищення на інших спорудах; 3) загальна площа ставків, їх число, глибина (мінімальна, максимальна), місткість кожного з них;

4) добове навантаження стічних вод на 1 га поверхні ставків і його відповідність прийнятим нормативам; 5) тривалість перебування стічної рідини в біологічних ставках; 6) розташування ставків по відношенню до житлової зони, до відкритої водойми; місце надходження стічних вод, що пройшли біологічні ставки, у водойму (вище, нижче житлової забудови) і місце господарсько-побутового використання водойми; 7) санітарний стан ставків (наявність на дні мулистих відкладень, неприємні запахи, заболоченість берегів, піна на поверхні ставків, виділення з води бульбашок газу і т. д.).

У процесі обстеження полів зрошування та фільтрації необхідно контролювати дотримання гідравлічних навантажень стічних вод на поля в період дощів і збирання врожаю; спосіб збору, відведення та застосування дренажних вод. Якщо зрошення проводиться промисловими стічними водами, необхідний контроль за вмістом хімічних речовин у стічних водах, вмістом токсичних речовин в рослинах, ґрунті та ґрунтових водах.

При експлуатації споруд ґрунтового очищення важливо встановити наявність забруднення ґрунтового потоку. Якщо ґрунтові води забруднюються, слід визначити, як далеко ці забруднення поширюються, встановити межі впливу фільтрату на ґрунтові води. Зазвичай бурять чотири ряди свердловин, щоб по одному ряду можна було судити про поширення забруднень вниз за течією ґрунтових вод, по іншому – вгору, по іншим двом – в сторони від осі течії ґрунтових вод. Часто для цієї мети можуть бути використані трубчасті і шахтні колодязі, розташовані на різних відстанях від досліджуваного об'єкта.

При підозрі на забруднення місць водозабору ґрунтових вод фільтратом споруд ґрунтового очищення слід з'ясувати питання про наявність гідравлічного зв'язку між джерелом забруднення і водозабірними спорудами. Для цього в джерело забруднення вводять лужний розчин флюоресцеїну. Кількість флюоресцеїну залежить головним чином від відстані між джерелом забруднення і водозабірних споруд. Зазвичай при відстані між ними в кілька десятків метрів достатньо 0,01 г флюоресцеїну; при відстані в декілька сотень метрів – 0,02 г, а більше 1 км – 0,2–0,3 г на 1 м³ потоку ґрунтових вод. Необхідну кількість флюоресцеїну розчиняють в 0,5–1 л 3% розчину луґу і вносять у передбачуване джерело забруднення (розподільчий колодязь, зрошувальна мережа та ін.).

Наявність флюоресцеїну у воді вододжерела визначають наступним чином: кожен день відбирають пробу води з криниці, наливають її в циліндр і розглядають зверху вниз на чорному тлі. При наявності незначних кількостей флюоресцеїна вода починає опалесциувати.

Для з'ясування глибини проникнення забруднень по ґрунтовому профілю використовують бур Некрасова, що дозволяє відібрати проби з глибини 5–6 м.

При використанні ґрунтових методів очищення виробничих стічних вод необхідно вивчати екологічний та санітарно-епідеміологічний стан навколишнього середовища. Замикання ланцюгів міграції шкідливих речовин на людину може привести до гострих і хронічних отруєнь. Для запобігання перевищення норми міграції шкідливих речовин в організм людини через забруднену воду, повітря і рослини проводяться гігієнічні та агрохімічні

дослідження з обґрунтування допустимих концентрацій шкідливих речовин в поливній стічній рідині, питній воді, ґрунті, рослинах.

При санітарному обстеженні насосних станцій з'ясовують: 1) як виробляються ліквідація та знешкодження відходів, що затримуються на ґратах (дроблення, вивезення на вдосконалені звалища); 2) чи накопичуються відходи на території; 3) вплив об'єкта на навколишню територію (дальність розповсюдження запахів і шуму, наявність мух, забруднення ґрунту); 4) наявність і санітарний стан побутових приміщень для робітників; 5) наявність аварійного випуску, опломбування його, чи проводився по ньому випуск неочищених стічних вод у водойму; 6) причини, що викликають аварійний скид неочищених стічних вод (відключення електроживлення насосів, відсутність необхідної кількості запасних насосів і т. д.); 7) проведення профілактичних щеплень персоналу, обстеження на ураженість гельмінтами.

При заключенні про ефективність роботи очисної станції та її окремих споруд необхідно розрахувати ефект очищення $P, \%$:

$$P = \frac{(a - b) \cdot 100\%}{a}, \quad (6.1)$$

де a – концентрація забруднень побутових стічних вод, що надходять на очистку, мг/л;

b – концентрація забруднень в очищеній (вихідній) стічній рідині, мг/л.

Ефект очищення розраховують в першу чергу за показниками, специфічним для даної споруди. Перелік специфічних показників, що характеризують ефективну роботу окремих груп споруд, представлений в таблиці 6.1.

Важливим етапом у роботі санітарного лікаря є ознайомлення з умовами праці персоналу, наявністю побутових пристроїв, що забезпечують особисту гігієну, і медико-санітарним обслуговуванням (щеплення, обстеження на ураженість гельмінтами, дегельмінтизація, санітарна освіта).

6.2.3 Санітарний нагляд за введенням в експлуатацію закінчених будівництвом (реконструйованих) очисних каналізаційних споруд

Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів встановлений постановою Кабінету Міністрів України № 750 від 8 вересня 2015 [12]. Згідно з цим документом, приймання в експлуатацію очисних споруд здійснюється в 2 стадії: перша – попередня (технічна) і друга – державне приймання. До складу технічної комісії входять представники замовника, генерального підрядника та субпідрядника, відділу комунального господарства міста або організації, яка згодом буде вести нагляд за об'єктом. Завдання технічної комісії полягає в тому, щоб перевірити якість будівельних робіт, їх відповідність проєкту і підготувати матеріали для державного приймання об'єкту.

Огляд новобудови на рівні технічної комісії завершується складанням акту попереднього приймання, в якому повинні бути зазначені всі виявлені санітарні дефекти й дані рекомендації щодо їх усунення із зазначенням термінів виробництва необхідних робіт.

Таблиця 6.1 – Ефективність очищення побутових стічних вод на різних спорудах і етапах очистки

Тип споруди	Ефективність очистки, % зниження					Характеристика стічної рідини, що пройшла очистку		
	завислі речовини	БПК ₅	окислюваність	кількість бактерій	кількість яєць гельмінтів	розчинений кисень, мг/дм ³	залишковий хлор, мг/дм ³	фізичні якості води
Сита, решітки, пісковловлювачі	5–10	5–10	–	5–15	–	–	–	Вільна від крупних плаваючих та зважених речовин та піску
Септик (після 2-х добового відстоювання)	70–98	30	35	6–15	10–100	0	–	Злегка опалесцирує, з окремими білими ластівцями
Двох'ярусний відстійник	50–70	25–30	–	–	70–90	0	–	Те ж
Відстійник (горизонтальний, вертикальний)	50–70	25–30	–	25–30	70–90	–	–	Те ж
Відстійник з попередньою аерацією	65	35	–	30	–	–	–	Те ж
Відстійник з біокоагуляцією	75	50	–	40	–	–	–	Те ж
Біологічні фільтри	70–92 (прозорість 15–20 см)	70–90	70–65	80–95	–	> 4	–	Безкольорова
Аеротенк	70–92	80–90	70–75	90–95	–	> 4	–	Те ж
Вторинний відстійник	80–95	85–95	–	90–98	–	> 4	–	Те ж
Поля зрошення або поля фільтрації	90–98	95–99	80–90	95–98	100	> 4	–	Безкольорова (прозорість більше 30 см)
Хлорування після відстоювання	–	15	–	90–95	–	–	3-5	Те ж
Хлорування після біологічної очистки	–	–	–	98–99,5	–	–	1-2	Те ж
Якість води після штучної біологічної очистки	30 (прозорість > 20 см)	5–20	–	–	–	> 4	–	Безкольорова, без незадовільного запаху, не загниває при стоянні

При позитивних висновках технічної комісії про можливість пред'явлення закінченого будівництвом (реконструкцією) об'єкта до державного приймання, позитивних висновках експертних організацій про відповідність виконаних робіт проектної документації видається висновок головного санітарного лікаря про можливість пуску об'єкта в експлуатацію.

Технічна комісія дає дозвіл на пробну експлуатацію очисної станції. Завдання пробної експлуатації – перевірка і регулювання роботи окремих споруд і всієї станції в цілому. Пусковий період, як правило, складається з двох етапів: пуску споруд на чистій воді і пуску споруд на стічних водах.

Пусковий період повинен захопити теплу і холодну пору року і мати тривалість не менше 6 місяців.

Результати пробної експлуатації повинні бути представлені в державну приймальну комісію. Державна комісія призначається виконкомом Ради народних депутатів, міністерством або відомством, у відомі якого перебуває об'єкт. До складу її входять: голова – представник Державного архітектурно-будівельного контролю та члени – представники санітарної служби, пожежної охорони, управління даної галузі, міського господарства та ін. Державна приймальна комісія встановлює закінченість всіх видів робіт на об'єкті, якість їх виконання та ефективність роботи споруд. Робота її оформляється актом (за формою, встановленою Державним архітектурно-будівельним контролем), в якому фіксуються: найменування та адреса будівництва, склад комісії, коротка характеристика закінченого об'єкта, строки виконання будівельних робіт, відхилення від затвердженого проекту, якість «прихованих», загальнобудівельних, санітарно-технічних і спеціальних робіт. В акті зазначаються виявлені дефекти і недоробки. Закінчується акт висновками комісії про можливість прийняття об'єкта в експлуатацію та загальною оцінкою якості будівництва. Виявлення санітарних дефектів на стадії державної прийняття об'єкта в експлуатацію є, як правило, наслідком незадовільного ведення попереджувального санітарного нагляду.

Контрольні запитання



1. Опишіть принципи проведення санітарного нагляду за ходом будівництва водопровідних споруд.
2. Як приймаються в експлуатацію збудовані водопровідні споруди?
3. У чому полягає поточний та попереджувальний санітарний нагляд за каналізаційними спорудами?
4. Опишіть санітарне обстеження споруд з очищення, доочищення та знешкодження стічних вод та їх осадів.
5. Опишіть санітарне обстеження споруд з очищення стічних вод.
6. Опишіть санітарне обстеження споруд доочищення стічних вод.
7. Опишіть санітарне обстеження споруд із знешкодження стічних вод та їх осадів.
8. Опишіть санітарний нагляд за введенням в експлуатацію закінчених будівництвом (реконструйованих) очисних каналізаційних споруд.

ТЕМА 7 Організація санітарного нагляду за системами водопостачання. Санітарний контроль забруднення води

Відповідно до чинного законодавства забезпечити мешканців населених місць доброякісною питною водою в достатній кількості зобов'язані органи державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування (Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», ст. 18). Для вирішення проблеми раціонального водопостачання населених місць важливе значення має правильно організований і систематичний санітарний нагляд. Державний санітарний нагляд за господарсько-питним водопостачанням здійснюють установи державної санітарно-епідеміологічної служби, насамперед СЕС. У сільській місцевості до контролю за місцевим водопостачанням залучають персонал лікарських дільниць та фельдшерсько-акушерських пунктів.

Державний санітарно-епідеміологічний нагляд передбачає контроль за дотриманням юридичними (відомствами, установами, підприємствами та ін.) та фізичними (громадянами) особами санітарного законодавства в галузі водопостачання населених місць і застосування заходів правового характеру до порушників. Державний санітарно-епідемічний контроль за господарсько-питним водопостачанням здійснюється у двох формах: попереджувального і поточного санітарного нагляду. Під час його проведення лікар-гігієніст керується такими законодавчими та офіційними документами: Конституцією України, Основами законодавства про охорону здоров'я, законами «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про питну воду та питне водопостачання», Водним кодексом, ДСанПіН 2.2.4-171-10, ДСТУ 4800:2007 «Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості та правила вибору», Санітарними правилами з пристрою і змісту колодязів і каптажів джерел, використовуваних для децентралізованого господарсько-питного водопостачання № 1226-75, ДР-97 «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді», ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», «Положенням про порядок проектування та експлуатації зон санітарної охорони джерел водопостачання і водопроводів господарсько-питного призначення», Постановою «Правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів», а також іншими державними стандартами, санітарними правилами і нормами на окремі споруди та технології, інструктивно-методичними документами, затвердженими Міністерством охорони здоров'я України.

7.1 Попереджувальний санітарний нагляд

Головна роль у забезпеченні раціонального господарсько-питного водопостачання належить попереджувальному санітарному нагляду.

Попереджувальний санітарний нагляд в процесі організації централізованого господарсько-питного водопостачання передбачає:

1) участь лікаря-гігієніста у виборі джерела водопостачання, місця розміщення водозабору і головних споруд водопроводу, а також у встановленні меж ЗСО;

2) розгляд проєктів розширення і реконструкції діючих та будівництва нових водопроводів, в тому числі і проєктів ЗСО;

3) санітарний нагляд під час будівництва водопроводів;

4) участь у прийнятті в експлуатацію водопроводів та окремих водопровідних споруд.

Починається попереджувальний санітарний нагляд на стадії *вибору джерела водопостачання*. У цій важливій роботі, яку проводить комісія фахівців (гідрогеологів, гідробіологів, гідрологів, фахівців у галузі будівництва та технології водопідготовки, економістів), санітарному лікарю надають особливі повноваження, згідно «Положення про державний санітарний нагляд». Остаточний висновок про придатність джерела водопостачання для господарсько-питних цілей дає санітарно-епідеміологічна служба.

На стадії вибору джерела господарсько-питного водопостачання санітарний лікар бере участь в зборі ретроспективних даних про санітарний стан водних об'єктів та навколишньої території в районі майбутнього будівництва водопроводу, визначає місця і терміни взяття проб води. Право на проведення аналізів води під час вибору джерела, відповідно до ДСТУ 4800:2007 «Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості та правила вибору» [10], також закріплено за лабораторіями СЕС.

У процесі проєктування водопроводу санітарно-епідеміологічна служба повинна забезпечити проєктуєму організацію інформацією про санітарний стан території майбутніх ЗСО водного джерела і водопроводу з урахуванням перспектив розвитку народного господарства, житлового будівництва та благоустрою. Велике значення має експертиза проєктів будівництва нових та реконструкції наявних водопроводів.

Господарсько-питні водопроводи споруджують за індивідуальними проєктами з використанням типових рішень окремих споруд і вузлів. Під час розгляду проєкту господарсько-питного водопостачання необхідно дати оцінку принципових питань: чи достатня потужність водопроводу для безперебійного забезпечення населення необхідною кількістю води, чи відповідає дебіт джерела потужності водопроводу, чи належним чином спроектована схема водопідготовки виходячи з якості води джерела водопостачання, чи правильно позначені кордони ЗСО і чи достатньо намічених заходів з оздоровлення її території. Всі зазначені питання потрібно розглядати з урахуванням перспектив народногосподарського розвитку населеного пункту чи району, на території яких проєктують водопровід.

Правильну оцінку проєкту санітарний лікар може дати тільки на підставі власних матеріалів про водні ресурси даної місцевості, якість води, санітарно-епідемічний стан території району, існуючих осередках забруднення. Ці

відомості збирають в СЕС в процесі поточного санітарного нагляду. Зауваження до проекту повинні підкріплюватися посиланнями на документи чинного санітарного законодавства (Держстандарти, Санітарні правила, БНіП, урядові постанови).

Робота лікаря-гігієніста на стадії експертизи проекту водопостачання населеного пункту складається з декількох етапів:

1) ознайомлення з паспортними даними проекту, а саме – назвою проекту, організацією-замовником, організацією-розробником, авторами проекту тощо;

2) перевірка повноти представлених матеріалів, а саме наявності:

– пояснювальної записки з характеристикою населеного пункту та перспектив його розвитку, розрахунками загального водоспоживання населеного пункту, обґрунтуванням необхідності будівництва або реконструкції водопроводу, вибором оптимального варіанта схеми водопостачання та обробки води, з розрахунками очисних споруд, їх всебічної характеристикою, характеристикою водоводів і водопровідної мережі;

– графічних матеріалів (ситуаційного плану місцевості, генерального плану населеного пункту, плану майданчика головних водопровідних споруд, плану і профілів водоводів і водопровідної мережі);

– проекту ЗСО з текстовою частиною і графічними матеріалами;

– додатків;

3) ознайомлення з офіційними нормативними документами, на підставі яких буде проводитися експертиза проекту;

4) санітарна експертиза наданих матеріалів. На цьому етапі лікар-гігієніст перевіряє розрахунки водоспоживання населеного пункту, дає гігієнічну оцінку правильності вибору джерела водопостачання і місця водозабору, робить висновок про правильність вибору технологічної схеми обробки води та місця розташування майданчика головних водопровідних споруд, про правильність розрахунку і влаштування окремих споруд водопроводу та водопровідної мережі. Дає гігієнічну оцінку проекту ЗСО (правильність обґрунтування меж окремих поясів і достатність передбачених заходів);

5) складання експертного висновку про можливість та умови реалізації розглянутого проекту. На цьому закінчується робота лікаря-гігієніста над проектом. Проект може бути узгоджений і не узгоджений. При неправильному (помилковому) вирішенні принципів питань у проекті його відхиляють і направляють на доопрацювання, вказавши конкретну причину.

Санітарний нагляд під час будівництва водопроводів. У процесі будівництва водопроводу здійснюють нагляд за виконанням проектних рішень, комплексним будівництвом очисних споруд та мережі, дотриманням термінів будівництва. Представники державного санітарного нагляду повинні бути присутніми під час складання акту приймання прихованих робіт. Надалі лікар-гігієніст повинен щоквартально проводити санітарне обстеження будівництва водопроводу та результати оформляти актом.

Участь у прийомі в експлуатацію водопроводів та окремих водопровідних споруд. Останній етап попереджувального санітарного нагляду – участь санітарного лікаря в роботі робочої і державної комісій з прийому водопроводу в експлуатацію. Споруди повинні бути в діючому стані. Робоча комісія перевіряє відповідність будівельно-монтажних робіт проєктної документації, дає висновок про результати пробної експлуатації обладнання та гідравлічних випробувань, приймає рішення про можливість пред'явлення об'єкта до прийому державною комісією. Державна комісія знайомиться з затвердженим проєктом водопроводу, експертним висновком за проєктом СЕС, перевіряє акти прихованих робіт, акт приймання робочої комісії, визначає відповідність збудованого об'єкта затвердженому проєкту і готовність його до експлуатації. Крім споруд водопроводу, слід оцінити правильність проведення передбачених проєктом заходів з організації та благоустрою ЗСО джерела водопостачання. Після цього за відсутності зауважень складають акт приймання об'єкта в експлуатацію. Якщо виявляють навіть незначні недоробки, санітарний лікар не має права підписувати акт державного приймання.

7.2 Поточний санітарний нагляд

Поточний санітарний нагляд повинен сприяти дотриманню правильного технологічного режиму обробки води, своєчасному виявленню дефектів в роботі очисних споруд та мережі та попередження подачі населенню води, що не відповідає вимогам чинного державного стандарту (ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]). Його метою є контроль за вмістом акваторії, санітарним станом території ЗСО, всіх споруд водопроводу, дотриманням обслуговуючим персоналом санітарного мінімуму, своєчасністю проходження ними медичних оглядів.

Відповідно до Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (ст. 26) персонал водопровідних станцій та особи, які обслуговують водонапірні башти, резервуари чистої води і колонки, повинні проходити попередні (до прийняття на роботу) і періодичні медичні огляди. Перед тим як приступити до роботи, проходять огляд терапевта і дерматолога, флюорографію, обстеження на носійство збудників кишкових інфекцій та гельмінтів. Надалі їх оглядають терапевт, дерматолог, їм роблять флюорографію 1 раз на рік, а обстеження на бактеріоносійство – за епідемічними показаннями. Результати обстеження заносять в індивідуальні санітарні книжки, які зберігаються на об'єкті. Тих, хто у встановлений термін без поважних причин не пройшли медичний огляд у повному обсязі, не допускають до роботи, їх можуть залучати до дисциплінарної відповідальності.

Зважаючи на важливу роль доброякісної питної води в оздоровленні умов життя населення органи санітарно-епідеміологічної служби не можуть обмежитися виконанням лише контрольних функцій. Вони повинні виступати ініціаторами заходів щодо поліпшення всієї системи водопостачання населених місць.

Основою поточного санітарного нагляду є паспортизація споруд водопроводу. Паспорт складають на кожен об'єкт водопроводу (водопровідні

станції, зовнішні водорозбірні споруди, водонапірні башти та ін.). Починають з санітарного опису, що містить всі відомості, необхідні для санітарної характеристики об'єкта. Надалі до нього додаються матеріали, що відображають всі зміни, які відбуваються в стані і утриманні об'єкта під час його експлуатації, копії актів санітарного обстеження, усіх зауважень санітарного нагляду, пред'явлених адміністрації водопроводу з метою поліпшення роботи, результати лабораторних досліджень.

Успіх поточного санітарного нагляду за господарсько-питним водопостачанням багато в чому визначається організацією систематичного лабораторного контролю якості води, яка надходить у мережу водопроводу, і питної води в точках водорозбору. Розрізняють лабораторно-виробничий контроль, здійснюваний власником водопроводу, і санітарно-лабораторний контроль, який є елементом поточного санітарного нагляду і здійснюється СЕС. На великих водогонах, що мають власні аналітичні лабораторії, лабораторно-виробничий контроль якості води проводять силами цих лабораторій відповідно до вимог чинного стандарту (ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]). Якість води водопроводів, що не мають власних лабораторій, контролюють пересувні автолабораторії, підлеглі установам водопровідно-каналізаційного господарства області, або лабораторія місцевої СЕС по госпрозрахунковому договором.

Лабораторно-виробничий контроль за якістю води регламентований ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]. Відповідно до нього під час аналізу проб питної води в розподільчій мережі обмежуються визначенням загального мікробного числа, колі-індексу та органолептичних властивостей води (кольоровості, каламутності, запаху, смаку і присмаку). Місця взяття проб з мережі (з віддалених вуличних водорозбірних колонок, тупикових ліній) і періодичність систематичного контролю відомчими лабораторіями обов'язково погоджують з СЕС. Обсяг аналізів води з розподільчої мережі залежить від кількості населення, що обслуговується водопроводом.

На всіх водопроводах, на яких воду знезаражують хлором або озоном, щогодини контролюють їх залишкові кількості. З урахуванням цього доцільно на всіх водопроводах, на яких хлорують воду, незалежно від їх потужності впровадити автоматичні аналізатори залишкового хлору. Це істотно підвищить контрольну функцію показника.

Санітарно-лабораторний контроль за якістю води господарсько-питного водопровода здійснює лабораторія територіальної СЕС за власним планом згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]. Крім того, органи та установи державної санітарно-епідеміологічної служби погоджують всі види робіт, які проводяться або плануються на головних спорудах водопроводів та водопровідної мережі і пов'язані з ремонтом, реконструкцією, зміною технології очищення та знезараження води. Територіальна СЕС за епідпоказаннями погоджує місце введення і дози дезінфектантів та інших реагентів в процесі водопідготовки і графік контролю за залишковим кількістю цих реагентів. Вона керує відомчою лабораторією, погоджує графіки періодичності взяття проб, їх загальна кількість і зміст аналізів лабораторно-виробничого контролю за якістю води. Програма для проведення лабораторно-виробничого контролю за якістю води в

системах централізованого господарсько-питного водопостачання передбачає взяття проб в місцях водозабору, в процесі обробки води в очисних спорудах, перед надходженням в зовнішню розподільну систему і у водопровідній мережі. Періодичність проведення аналізів води у зазначених точках визначають виходячи їх потужності водопроводу (обсягу подачі води), а в водорозподільній мережі – з урахуванням кількості населення, що обслуговується.

Лабораторії територіальних органів державної санітарно-епідеміологічної служби здійснюють контрольні дослідження якості води з періодичністю, яка визначається типом конкретного вододжерела, обсягом води, що подається населенню, розміщенням точок взяття проб води. Розрізняють декілька типів контролю за якістю води:

1) повний аналіз або контроль за всіма показниками, регламентованим чинним державним стандартом на питну воду. Є обов'язковим під час введення нового водопроводу в експлуатацію або після простою протягом більше 5 діб;

2) скорочений аналіз або контроль за деякими показниками епідемічної безпеки води (загальне мікробне число, індекс бактерій групи кишкової палички), її хімічного складу (рН, нітрати, залізо, активний залишковий хлор, вміст тригалометанів), органолептичних властивостей (запах, смак і присмак, каламутність, кольоровість). Є обов'язковим після капітального ремонту, реконструкції та переобладнання водопроводу і розподільної мережі, при зміні технології обробки води;

3) загальний фізико-хімічний контроль (визначення речовин, що характеризують показники нешкідливості хімічного складу води);

4) спеціальний контроль епідемічної безпеки питної води (мутність, загальне мікробне число, індекси бактерій групи кишкової палички, фекальні колі-форми і колі-фаги, патогенні мікроорганізми, вірусологічні, при епідситуації – і паразитологічні показники);

5) спеціальний токсикологічний контроль (визначення високотоксичних речовин, при необхідності – біотестування);

6) спеціальний контроль радіаційної безпеки питної води (визначення об'ємної сумарної активності α - і λ -випромінювачів і при необхідності – її радіонуклідного складу).

Якщо якість води у точці водозабору не відповідає чинному стандарту (СанПіН 4097-86 [10]) за бактеріологічними показниками (загальне мікробне число, індекс бактерій групи кишкової палички), потрібно негайно повторно взяти проби води і провести додаткові дослідження на показники свіжого фекального забруднення (індекс фекальних колі-форм), патогенні мікроорганізми і колі-фаги. При повторному виявленні бактеріального забруднення в 2 послідовно взятих пробах води організують посилений контроль за дотриманням режиму в ЗСО і технологією очищення та знезараження води. Проводять спеціальний контроль епідемічної безпеки питної води перед надходженням в зовнішню розподільну мережу і в самій водопровідній мережі.

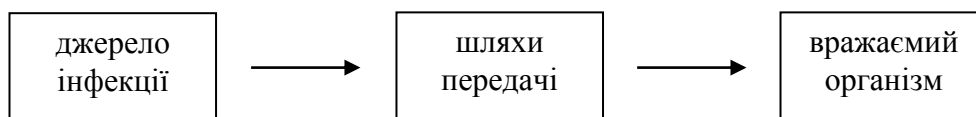
Перед надходженням в зовнішню розподільну мережу будь-яке відхилення якості води від показників епідемічної безпеки діючого стандарту (ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]) слід розглядати як наслідки незадовільної роботи очисних споруд водопроводу. При цьому потрібно негайно провести спеціальний контроль епідемічної безпеки питної води у водопровідній мережі, посилити контроль за технологією очищення води і підвищити дози реагентів для знезараження.

У водопровідній мережі будь-яке відхилення якості води від показників епідемічної безпеки діючого стандарту слід розглядати як надзвичайно небезпечну епідемічну ситуацію. Необхідно негайно оповістити населення, дитячі та лікувально-профілактичні заклади, підприємства громадського харчування та харчової промисловості. У такій ситуації потрібно проводити спеціальні заходи на спорудах водопроводу з виявлення та ліквідації причини несприятливої епідемічної ситуації.

Порушення санітарно-гігієнічних і санітарно-протиепідемічних правил і норм, а також невиконання виданих на їх підставі приписів органів державного санітарно-епідемічного нагляду тягне за собою відповідальність (дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову, кримінальну) згідно з чинним законодавством.

7.3 Забруднення водою і поширення водних інфекцій

Забруднення джерел водопостачання і особливо річок тісно пов'язане з поширенням інфекційних хвороб. Масові епідемії кишкових інфекцій, наприклад, холери, поширювалися зазвичай вздовж річок. У виникненні інфекційних хвороб визначальна роль належить трьом факторам: збуднику інфекції, сприйнятливості вражаемого організму і способу передачі інфекції. Ці три чинники разом утворюють так званий епідемічний ланцюг, що складається з трьох ланок:



Для того, щоб зупинити поширення захворювання, необхідно розімкнути ланцюг. Це досягається локалізацією вогнища інфекції, зниженням сприйнятливості вражаемого організму і впливом на способи передачі інфекції.

7.3.1 Поняття інфекції

Під *інфекцією* розуміють складний процес взаємодії макроорганізму з невластивими йому мікроорганізмами, при якому в результаті впровадження і розмноження хвороботворних мікробів макроорганізму заподіюється певної шкоди. Будь-який тваринний організм, вирощений в звичайних умовах, містить масу найрізноманітніших мікроорганізмів, без яких він часто не зміг би існувати. Так, в кишковому тракті жуйних тварин містяться

целюлозорозкладаючі бактерії, що сприяють переробці клітковини, що їдять тварини. У кишечнику людини також живуть і активно беруть участь у перетравленні їжі різними мікроорганізмами. Нормальна мікрофлора людини і тварин не завдає шкоди своєму господареві і навіть, навпаки, сприяє більш глибокому засвоєнню їм їжі та забезпечення його вітамінами. Внутрішня мікрофлора відсутня тільки у стерильно вирощених тварин, так званих гнотобіонтів. Гнотобіонти і організми з штучно пригніченою мікрофлорою кишечника (наприклад, внаслідок прийняття великих доз антибіотиків) більше схильні до захворювань, що викликаються розмноженням в травному тракті не властивих даній тварині мікроорганізмів. Отже, нормальна мікрофлора тварин до деякої міри сприяє підвищенню їх стійкості до захворювань.

Проникнення в організм збудника в більшості випадків призводить до інфекційного захворювання, яке може протікати в гострій або хронічній формі. Гостре захворювання має місце в тому випадку, коли мікро- і макроорганізм взаємно не адаптовані один до одного. Захворювання може бути викликане як паразитними, так і сапрофітними формами мікробів, які відрізняються один від одного тим, що паразити розмножуються в тілі господаря і живуть за його рахунок, а сапрофіти використовують відмерлу органіку, вони не здатні проникати в живі тканини і розмножуватися в них.

Для того, щоб хвороботворний початок викликав захворювання, він повинен потрапити в організм господаря визначеним шляхом: бактерії дизентерії не викликають захворювання, потрапивши в рану, а бактерії дифтерії гинуть в шлунково-кишковому тракті. Ці КС мікроорганізми, потрапивши відповідно в кишечник або на слизову оболонку носоглотки, призводять до важких поразок. Спосіб проникнення мікроорганізму в макроорганізм інакше називається *вхідними воротами інфекції*.

Істотну роль у виникненні захворювання грає доза хвороботворного початку. Людина може безболісно проковтнути 3–4 бактерії черевного тифу, але кілька сотень чи тисяч таких же бактерій викликають важке захворювання. Природно, що для кожної інфекційної хвороби існує своя мінімальна хвороботворна доза. Чим більше пристосований мікроорганізм до поширення всередині господаря, тим менша доза збудника може призвести до хвороби.

Мікроорганізми, здатні викликати інфекційний процес, називаються *патогенними*, тобто *хвороботворними*. Кількісна характеристика патогенності називається *вірулентністю*.

Зараження макроорганізму відбувається набагато частіше, ніж виникає хвороба. У деяких місцевостях поліомієліт і жовта лихоманка поширені настільки широко, що ними заражені майже всі діти у віці до 10 років, але це не призводить до захворювання. Таке ж повсюдне поширення мають бактерії туберкульозу.

Патогенні мікроорганізми здатні утворювати токсини. Розрізняють екзо- і ендотоксини. Перші виділяються мікробами в навколишнє середовище в процесі їх життєдіяльності, другі входять до складу мікробної клітини і тому виділяються тільки після загибелі мікроорганізму. Зазвичай екзотоксини більш отруйні, ніж ендотоксини. До екзотоксину відносяться отрути, що виділяються

дифтерійною паличкою, деякими збудниками дизентерії, а також отрути патогенних сапрофітів, збудників правця і ботулізму. За активністю більшість бактеріальних екзотоксинів перевершує отрута кобри. Ендотоксини здебільшого являють собою комплекс, що складається з жирів, полісахаридів і поліпептидів, більшість з них тісно пов'язані з клітинною оболонкою.

Потрапляючи в організм господаря, бактеріальні токсини впливають на його функції і тим або іншим способом завдають шкоди організму. Більшість бактеріальних токсинів має специфічність впливу. Одні з них вражають нервову тканину, інші – сполучну, треті «спеціалізуються» на певних органах, наприклад нирках.

Початок захворювання не завжди протікає гостро. Багато інфекційних хвороб, такі, як туберкульоз, проказа, бруцельоз, можуть розвиватися роками, а іноді довічно. Такі захворювання особливо важко піддаються лікуванню. Є підстави вважати, що збудники хронічних інфекцій відносяться до особливо давніх. Протягом тривалого періоду еволюції вони настільки пристосувалися до свого господаря, що їх проникнення в макроорганізм не викликає негайної захисної реакції і в той же час не викликає швидку загибель господаря.

Досить часто збудник інфекційної хвороби продовжує зберігатися і розмножуватися в організмі після одужання, а іноді проникнення і розмноження збудника в організмі взагалі не супроводжується захворюванням. Такі взаємовідносини між мікро- і макроорганізмом носять назву «носійства». Носійство відомо для збудників багатьох захворювань, у тому числі для скарлатини, пневмонії, дифтерії та багатьох кишкових інфекцій. Людина може бути цілком здоровою і при цьому протягом багатьох років носити в своєму організмі збудника інфекції. При ослабленні, переохолодженні, погіршенні самопочуття і навіть при нервовому розладі носійство може перейти у хворобу. З цієї причини, а також тому, що носії становлять небезпеку для оточуючих, вони повинні бути піддані лікуванню, а в разі необхідності – і карантину.

7.3.2 Розповсюдження інфекції

Існує п'ять основних шляхів поширення інфекції:

1. *Контактний шлях* – при безпосередньому зіткненні джерела інфекції та чутливого організму. Інфекція передається при рукостисканні, поцілунках і т. д. При непрямому контакті інфекція передається через різноманітні предмети, з якими стикався хворий: посуд, білизну, книги, іграшки, дверні ручки і т. п. Джерелом інфекції можуть виявитися погано простерилізовані медичні інструменти та одяг медичного персоналу.

2. *Аерогенний шлях* – через повітря. Патогенні мікроорганізми надходять в повітря з верхніх дихальних шляхів хворої людини разом з крапельками слизу при кашлі, чханні і розмові. При цьому утворюється аерозоль. По мірі підсихання слизу мікроби, що укладені всередині грудочки, виявляються одягненими оболонкою, в такому вигляді вони можуть досить довго зберігатися і переміщатися по повітрю. Повітряним шляхом поширюються збудники туберкульозу, пневмонії, менінгіту, коклюшу, кору, грипу, віспи та ін.

3. *Аліментарний шлях* – через інфіковані харчові продукти: молоко, фрукти, овочі та ін. Особливо небезпечне потрапляння патогенних мікробів в молоко, яке являє собою сприятливе середовище для їх розвитку та токсинуотворювання. Цим шляхом поширюються в основному кишкові інфекції.

4. *Трансмісивний шлях* – через переносників, наприклад через комах. Цим шляхом передаються: малярія через малярійного комара, висипний тиф через вошей, чума через блох. Переносником інфекційного енцефаліту служить кліщ.

5. *Водний шлях* передачі інфекції (тобто зараження через джерела водопостачання) особливо небезпечний, оскільки при цьому інфекційний процес легко набуває епідемічний характер. Водним шляхом можуть поширюватися холера, тиф, паратифи, дизентерія, лептоспіроз, туляремія, вірусним гепатит, лямбліоз та інші захворювання.

7.3.3 Водні інфекції

Найбільше значення має передача через воду кишкових інфекцій.

Всі патогенні для людини віруси або мікроорганізми або періодично надходять у навколишнє середовище з людського організму, або постійно циркулюють в об'єктах довкілля, затримуючись у них на невизначений час і перетворюючи їх на джерело заразного початку. Найбільш важливу роль у цьому процесі відіграє вода, що є універсальним компонентом середовища, без якої неможливе життя і діяльність людей. Вода здатна не тільки підтримувати життя і здоров'я, а й приносити нещастя у вигляді різних хвороб. В історії людства відомі епідемії холери, чуми, черевного тифу, паратифів, іноді дизентерії. Епідемії можуть виникати як при користуванні неочищеними річковими водами, так і при користуванні недостатньо захищеними підземними джерелами.

Циркуляція кишкових вірусів у воді різного виду водокористування свідчить про її епідеміологічну роль як фактора передачі вірусів і патогенних мікроорганізмів. Історія епідеміологічних хвороб, що передаються через воду, ясно встановлює їх зв'язок з наступними явищами:

- 1) непередбачуваними забрудненнями безпечно раніше джерела водопостачання;
- 2) використанням забрудненого джерела без обробки води;
- 3) поганою обробкою води, тобто поганим обладнанням, незадовільними методами, недбалістю персоналу;
- 4) повторним забрудненням води після її розподілу;
- 5) технічним станом споруд та мережі.

Наприклад, захворюваність гострими кишковими інфекціями при артезіанському водопостачанні без розвідної мережі в 1,5–2 рази вище, ніж при артезіанському водопостачанні з розвідною мережею.

Через воду передається велика кількість бактеріальних інфекцій і вірусів. До цих хвороб відноситься холера, дизентерія, черевний тиф, паратифи, лептоспіроз, туляремія, амебна дизентерія та ряд інших. Відомо більше ста вірусів, які виділяються з організму людини і потрапляють зі стічними водами в джерела водопостачання.

Більшість збудників інфекційних кишкових захворювань володіє подібною морфологією і фізіологією і відноситься до сімейства ентеробактерій (*Enterobacteriaceae*). Всі ентеробактерії є паличками розміром $1-3 \times 0,5-0,6$ мкм, грамнегативні, що не мають спор і капсул. Представники окремих родів відрізняються один від одного ферментативною активністю і рухливістю.

До цього сімейства відноситься постійний мешканець кишечника людини і домашніх тварин – кишкова паличка (рід *Escherichia*), збудники тифу і паратифів (рід *Salmonella*) і збудники дизентерії (рід *Shigella*).

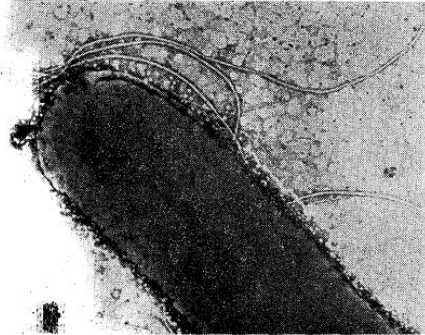


Рисунок 7.1 – Кишкова паличка *Escherichia coli* (30000x)

До роду *Escherichia*, окрім звичайної *E. coli* (рис. 7.1) – кишкової палички – належать і ентеропатогенні кишкові палички, що викликають колієнтеритів у дітей і дізентерієподібні захворювання дорослих. Нормальна кишкова паличка відноситься до гетероферментативних молочнокислих бактерій. Як і всі молочнокислі, вона продукує органічні кислоти і тому є антагоністом гнильних бактерій.

Кишкова паличка виділяє антибіотичні речовини, наприклад коліціни, інгібуючі патогенні мікроорганізми, в тому числі збудники тифів і дизентерії. При пригніченні кишкової палички, наприклад, антибіотиками, змінюється нормальний біоценоз кишечника, активізуються гнильні і патогенні мікроорганізми, в тому числі гриби. Це призводить до захворювання, що не має специфічного збудника, – діареї, симптомами якого є пронос, інтоксикація, занепад сил, слабкість.

Патогенні штами кишкових паличок особливо небезпечні тим, що добре пристосувалися до існування в організмі людини; зокрема, вони дуже стійкі до впливу шлункового соку і соку дванадцятипалої кишки. У природних умовах, у воді, у ґрунті, а також на харчових продуктах, на шкірі і шерсті вони зберігаються протягом тижнів і навіть місяців, дуже стійкі до заморожування. Кип'ятіння моментально вбиває ентеропатогенних кишкових паличок, гинуть вони і при 10–15-хвилинному контакті з 3–5 %-ми розчинами антисептиків – хлораміну, фенолу, формаліну та ін. Крім звичайних шляхів розповсюдження – через воду, ґрунт, їжу, іграшки, – для ентеропатогенних кишкових паличок характерний ще одні спосіб аутоінфекція, тобто внутрішнє зараження власними мікробними штамами при сприятливому для цього стані макроорганізму.

Патогенні віруси, присутні в стічних водах і викликані ними захворювання

Рід *Salmonella* теж належить до сімейства ентеробактерій. Серед представників цього роду є монопатогенні бактерії, що викликають захворювання тільки людини, наприклад збудник черевного тифу, або тільки тварин, а також поліпатогенні, що заражають і тварин і людини. Сальмонели широко поширені в природі. Вони виявляються у рогатої худоби, свиней, собак, кроликів, кішок, миш, щурів, птахів, риб та інших тварин. У людини сальмонели викликають черевний тиф, паратифозні захворювання і харчові токсикоінфекції (рис. 7.2). *Поліовірус*. Відомо три типи цього вірусу. Він

викликає параліч, менінгіт, лихоманку.

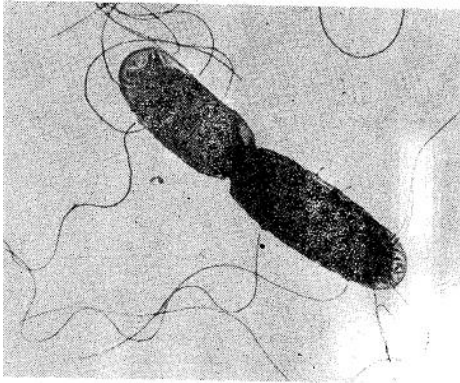


Рисунок 7.2 – Збудник тифу
Salmonella

Вірус ЕСНО. Відомо 34 типи цього вірусу. Викликає менінгіт, респіраторні захворювання, висип, діарею, лихоманку.

Вірус Коксаки А. Мається 24 типи. Викликає герпетичну ангіну, респіраторні захворювання, менінгіт і лихоманку.

Вірус Коксаки В. Є 6 типів. Викликає міокардит, вроджені аномалії серця, висип, лихоманку, менінгіт, респіраторні захворювання, плевродінію (хвороба легенів).

Нові ентеровіруси. Їх відомо 4 типи. Викликають менінгіт, енцефаліт, респіраторні захворювання, кон'юктивіт, лихоманку.

Вірус гепатиту А. Один тип. Викликає інфекційний гепатит.

Аденовіруси. Більше 30 типів. Вони викликають аденовірусні захворювання, респіраторні захворювання, інфекції очей.

Ротавіруси. Їх більше 7 типів. Викликають епідемічну блювоту і діарею, переважно у дітей.

Крім вірусів у воді можуть знаходитися паразити та гельмінти. Вони також сприяють захворюванням.

Амеби – порушують функцію легенів.

Основні ознаки інфекційних хвороб, що передаються через воду

Аденовірусні захворювання. Характеризуються переважно ураженням дихальних шляхів і очей, а також лімфоїдної тканини, кишечника, печінки і селезінки. До основних характерних клінічних особливостей аденовірусних захворювань відносяться поєднання катару верхніх дихальних шляхів і ураження очей у вигляді кон'юктивіту, а також лімфоденопатія (запалення лімфатичної тканини); збільшуються розміри печінки та селезінки, можливий розлад функцій кишечника.

Амебіоз. Супроводжується виразковим ураженням товстої кишки, затяжним перебігом і можливим утворенням абсцесів печінки, легенів та інших органів. Збудник відноситься до типу найпростіших. В організмі може виявлятися у вигляді вегетативних форм і цист. Мають вони відносну стійкість і збереження у воді до 1 місяця. З їжею або водою циста потрапляє в тонку кишку, де в результаті метацістичної стадії розвитку утворюються малі вегетативні форми, поселяються потім в товстій кишці. Амеби можуть перебувати в організмі людини, не викликаючи жодних відхилень у стані здоров'я. Іноді під впливом різних несприятливих факторів вони можуть впроваджуватися в стінку кишки, перетворюючись на великі вегетативні форми і викликаючи патологічні хвороби.

Черевний тиф і паратифи А і В. Це гострі гарячкові захворювання, що характеризуються циклічним перебігом з явищами інтоксикації, розеолозно-папульозним висипом. Уражається також лімфатичний апарат кишечника. Збудники – грамнегативні рухливі бактерії з роду сальмонел. Палички

черевного тифу і паратифів А патогенні тільки для людини, а палички паратифу В патогенні для людини і іноді тварин.

Мікроби ці стійкі в зовнішньому середовищі. Дезінфікуючі засоби в звичайних концентраціях вбивають їх протягом декількох хвилин. Джерелами зараження є хворі і бактеріоносії. Зараження може відбуватися також через забійних тварин і птахів, заражених цією інфекцією. Одним з факторів передачі вірусу є вода, але можуть бути і травні продукти, і побутовий контакт при порушенні санітарно-гігієнічного режиму. Потрапляючи в кишечник, збудник впроваджується в лімфатичні утворення в слизовій оболонці кишечника, потім проникає в кровотік, що призводить до тифозних станів. Інкубаційний період від 1 до 3 тижнів – для черевного тифу і паратифів А, для паратифу В – цей період коротший.

Розвиток хвороби йде таким чином: з'являється слабкість, погіршується апетит і сон, посилюється головний біль, підвищується температура тіла до 39–40 градусів до 5–7 дня. Порушуються функції кишечника, людину проносить, з'являється блідість шкіри, потовщується язик, на ньому можуть залишатися сліди зубів. Визначається за аналізом крові.

Дизентерія. Це гостре інфекційне захворювання, що протікає з симптомами загальної інтоксикації і ураження органів травної системи, переважно дистального відділу товстої кишки. Збудник належить до сімейства ентеробактерій роду *Shigella*. Ці бактерії виділяють екзотоксини. При руйнуванні мікробних клітин інших видів утворюються ендотоксини. Вони вражають судинну і нервову системи. Екзотоксини – це токсини, що виділяються мікробами в навколишнє середовище, а ендотоксини – це токсини, що звільняються тільки після відмирання і руйнування мікробних клітин. У ґрунті *Shigella* зберігається 30–45 діб, у воді – місяцями; в молоці, кисілі, компоті дуже добре розмножуються.

Shigella впроваджуються в епітелій слизової оболонки. При загибелі епітелію тонкої кишки порушується травлення, функція печінки, підшлункової залози, порушується обмін речовин. Інкубаційний період 2–3 дні. Розвиток: те ж (див. *Черевний тиф*).

У випорожненнях з'являються домішки слизу і крові. Шкіра бліда, язик обкладений, може знизитися тиск.

Лептоспіроз. Він викликається лептоспірами. Переважно уражаються нирки, печінка, серцево-судинна та нервова системи. Цей збудник відрізняється великою різноманітністю форм. Вода є також джерелом цього захворювання. Потрапляють лептоспіри у воду від тварин (щури та ін.). Можуть потрапити зі стічними водами. Лептоспіри проникають в організм людини через слизові оболонки травної системи, кон'юнктиву, шкіру, не залишаючи запальних змін на місці впровадження.

Потрапляють в кров і заносяться в печінку, нирки, селезінку. Виявляються в крові людини і іноді в спинномозковій рідині. Уражаються кровоносні капіляри. Можуть виникати крововиливи в уражених органах. Знижується згортання крові. Особливо небезпечно ураження нирок, тому пошкоджуються спеціальні каналці в нирках, які виводять з організму

токсичні речовини (порушуються видільні функції нирок).

Ротавірусний гастроентерит. Інкубаційний період від декількох годин до 3–5 днів. Першою ознакою є діарея (пронос). Потім виникає блювота, болі в кишечнику. Температура невелика, може залишатися нормальною. Спостерігається набряклість язика, уповільнення пульсу, зниження артеріального тиску. При натисканні живота найболючіша ділянка – пупок. У крові з'являються лейкоцити.

Холера. Гостре інфекційне захворювання. Збудник – холерний вібріон. Є кілька типів його. Деякі з них можуть розвиватися поза організмом людини. Вібріон стійкий у зовнішньому середовищі. Характеризується ураженням тонкої кишки, порушенням водно-сольового обміну з різним ступенем зневоднення організму.

У місцях виявлення холери влаштовуються карантини.

Холера небезпечна різким зневодненням організму. Найбільш небезпечні вібріони натошак. Холерний вібріон повинен подолати шлунковий бар'єр. Це відбувається в період спокою секреторної діяльності шлунку при рясному питті води, що знижує кислу реакцію шлункового соку. Розмножуються вони в тонкій кишці. Вони утворюють екзотоксини і різко збільшують проникність судин і клітинних мембран тонкої кишки. В результаті частої блювоти і проносу хворий за короткий період втрачає велику кількість рідини, електролітів та інших рідин організму. Супроводжується зниженням артеріального тиску, утруднене дихання, може виникнути ниркова недостатність.

Чума. Переноситься з водою. Характеризується високою лихоманкою. Важка інтоксикація всього організму. Запалюються лімфатичні вузли, легені та інші органи. Збудник чуми стійкий у зовнішньому середовищі. Зберігається не тільки у воді, але і на предметах побуту. Може проникати не лише через шлунок, але й через шкіру, слизові оболонки. Утворюються бубони (гнійні утворення). З'являється відчуття пневмонії. Може уражатися печінка, нирки, кістковий мозок. Інкубаційний період 3–6 днів. Можуть з'являтися галюцинації. Шкіра суха і гаряча на дотик, з'являється висип.

При захворюванні тифом і паратифом уражається тонкий кишечник, але так як всі сальмонели виділяють ендотоксини, що діють на центральну нервову систему, то при цих захворюваннях часто спостерігається і затьмарення свідомості.

Сальмонели в зовнішньому середовищі не розмножуються, але добре зберігаються: в річковій воді – протягом 6 місяців, в льоду протягом всієї зими, в колодязній воді – близько 4-х місяців, у водопровідній – до 3-х місяців. У стічній воді внаслідок конкуренції з боку інших мікробів сальмонели зберігаються не більше 40 днів. На продуктах харчування сальмонели також виживають тривалий час: на салі – до 85 днів, на м'ясі в льодовику – до 50, на сирі – 10 днів, на овочах – до повного їх руйнування, в пиві – протягом 2–4-х днів. Сальмонели стійкі до висихання і антисептиків. Сулема в розведенні 1:1000 і 5%-на карболова кислота вбивають їх тільки після 30-хвилинного контакту. Хлорування водопровідної води знищує сальмонел.

Черевнотифозні палички часто виявляються на тілі та білизні людей, що перехворіли, звідки вони можуть потрапити в колодязі, річки та інші джерела водопостачання. Після перенесеного захворювання сальмонели залишаються в жовчному міхурі і виділяються з фекаліями. Іноді носійство мікробів зберігається десятки років.

Забруднення сальмонелами може відбуватися при скиданні не очищених стічних вод у водойми, що використовуються як джерело водопостачання. Так, в Чикаго, в кінці минулого століття, стався спалах черевного тифу, викликаний тим, що місто користувалося водою з озера, куди надходили стічні води. Захворювання припинилися після відводу стічних вод. Велику небезпеку становить скидання нечистот із вбиральнь поїздів на перетині залізничних колій з річками і водосховищами; забруднення від туристських таборів, спортивних баз та окремих будинків, розташованих на берегах річок. Спалахи епідемій, пов'язані з попаданням сальмонел в річки, частіше трапляються в зимовий період, так як бактерії краще зберігаються при низькій температурі.

До роду *Shigella* відносяться збудники дизентерії, які, як правило, не патогенні для тварин. Дизентерійні бактерії поділяються на п'ять видів. В даний час найбільш поширені види *Sh. Flexneri* і *Sh. Sonnei*; вид *Sh. Grigoriawa-Schigae*, що виділяє екзотоксин, зустрічається рідко.

Дизентерійні бактерії потрапляють в організм через рот і, досягаючи товстої кишки, розвиваються в її слизовій оболонці. При загибелі клітин звільняються ендотоксини. При цьому розвивається набряк стінок кишечника і кровоточать виразки. Тому симптоми дизентерії – слизові і слизово-криваві випорожнення, а також різкий біль в області кишечника. Джерело інфекції – хвора людина. Особливо небезпечні хворі атиповими формами дизентерії, вислизають від спостереження лікаря, хронічно хворі і здорові носії шигелл. Дизентерійна паличка передається при безпосередньому контакті, а також за допомогою інфікованих харчових продуктів (молочні продукти, фрукти, овочі). Велику роль у поширенні інфекції відіграють мухи. У порівнянні з сальмонелами шигели дещо менш стійкі, але теж добре переносять низькі зимові температури і заморожування строком до одного місяця. У річковій воді шигели зберігаються до 3-х місяців, у водопровідній – до одного місяця, в стічних водах – протягом одного тижня. Водні спалахи дизентерії зазвичай виникають в зимовий і весняний час. У зв'язку з поліпшенням умов водопостачання в останні роки спостерігаються переважно літні спалахи, обумовлені поширенням інфекції через харчові продукти і мух.

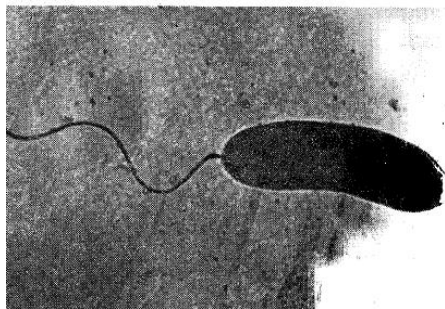


Рисунок 7.3 – Збудник холери
Vibrio cholerae El-Tor

До групи кишкових інфекцій відноситься захворювання холерою, викликаний холерним вібріоном *Vibrio cholerae asiaticae* і *V. cholerae El-Tor* (рис. 7.3). Холерний вібріон має форму зігнутої палички довжиною 1,5–2 мкм, іноді зустрічаються довгі прямі і покручені нитки, а також короткі коккобактерії. Вібріон грамнегативний, спор і капсул не утворює і відрізняється дуже високою рухливістю.

Мікроб цей – строгий аероб, добре розвивається в слаболужному середовищі, переносить рН 9, нестійкий у кислому середовищі. Знижена кислотність шлункового соку сприяє захворюванню.

Мікроби потрапляють в організм через рот. Згубний для них бар'єр – шлунковий сік – вони обходять з водою або грудочками їжі. Розмножуються в тонкому кишечнику, при відмиранні виділяють велику кількість токсинів, що ушкоджують різні органи. Основну небезпеку при захворюванні представляє зневоднення організму, що настає внаслідок втрати води з випорожненнями. Тому хворим на холеру неодмінно призначають краплинні вливання фізіологічного розчину. Зустрічаються випадки так званої сухої холери, коли смерть настає дуже швидко внаслідок загальної інтоксикації, ще до появи проносу. Відомі випадки протікання холери у вигляді легкого гастроентерита, а також вібріоносійство збудника холери здоровими людьми.

Епідемії холери в минулому протікали дуже важко. З 1817 р. до 1925 р. спостерігалось 6 пандемій холери. Тільки в 1848 р. в Росії загинуло від холери 690150 чоловік при числі захворілих 1 млн. 742 тис. У 1947 р. в Єгипті, в долині Нілу протягом місяця захворіло понад 20000 чоловік, і майже половина захворювань закінчилася летальним результатом. Остання, VII пандемія холери, зареєстрована в більшості країн Азії та Європи, викликана *Vibrio cholerae El-Tor*, незначно відрізняється за своїми властивостями від *V. ch. Asiaticae*. Як правило, захворювання протікає дещо легше, але тим більше число атипичних випадків і здорового носійства. У період VII пандемії випадки холери в СРСР відзначалися в Астрахані, Керчі, Одесі.

Збудник холери потрапляє у воду з неочищеними стічними водами. В річковій і колодязній воді він зберігається протягом трьох місяців, у водопровідній – до одного місяця. На відміну від ентеробактерій холерний вібріон добре зберігається в стічних водах. Відомі випадки, коли в забрудненій воді він виживав протягом семи місяців. У морській воді збудник холери зберігається ще краще, ніж у прісній. Це пояснюється тим, що при підвищенні концентрації мінеральних солей та органічних речовин він починає розмножуватися з більшою швидкістю.

Холерні вібріони надзвичайно чутливі до впливу різних дезінфікуючих речовин. Вони гинуть в 1%-ному розчині карболової кислоти протягом 5 хв., а в 0,1%-ному розчині сулеми моментально. Хлор в розведенні 1:1000000 протягом 15 хвилин губить їх повністю. Для попередження холери рекомендується мити овочі та фрукти слабким розчином оцтової кислоти, так як холерний вібріон погано переносить підкислення середовища. Збудники всіх кишкових інфекцій, в тому числі і холери, вельми чутливі до підвищення температури і гинуть не тільки при кип'ятінні, але і при пастеризації.

Крім кишкових інфекцій, водним шляхом передаються лептоспірози, амебна дизентерія, лямбліоз та інші захворювання.

Лептоспірози відносяться до типово водних інфекцій. Збудники потрапляють у воду головним чином з виділеннями щурів. Щури, в свою чергу, заражаються через воду й інфікують ґрунт, водойми, житла людей, харчові продукти і т.п. Серед водних лептоспірозів розрізняють в основному два

захворювання: жовтяничний лептоспіроз, або хвороба Васильєва-Вейля, і безжовтяничний лептоспіроз, або водну лихоманку.

Збудники лептоспірозів відносяться до сімейства спірохет, до роду *Leptospira*. Вони являють собою штопорообразно клітини діаметром 0,25 мкм і довжиною до 4 мкм. На кінцях є типові витончені гачки. Лептоспіри – аероби, але добре переносять і знижений вміст кисню в середовищі. Вони дуже рухливі завдяки руху тіла і жгутикам, розташованим на кінцях клітини. Лептоспіри погано переносять підвищення температури, але вельми стійкі до низьких температур: навіть кількаразове заморожування не вбиває їх. У річковій воді збудник жовтяничного лептоспірозу може зберігатися до 5 місяців, у колодязній – до 2-х місяців, збудник водної лихоманки – ще довше.

Лептоспіри дуже чутливі до реакції середовища, вони добре переносять луження середовища і дуже погано – підкислення. Вельми чутливі лептоспіри до дезінфікуючих агентів і досить швидко гинуть при хлоруванні води.

Зараження лептоспірозом відбувається як при питті зараженої води, так і при інших видах водокористування. Захворювання характеризується раптовим підвищенням температури, м'язовими болями і сильним головним болем. При жовтяничному лептоспірозі спостерігається ураження печінки та нирок, носові, маткові і кишкові кровотечі, жовтяниця. При безжовтяничному лептоспірозі має місце почервоніння обличчя і слизових оболонок.

Профілактика лептоспірозів полягає насамперед в охороні від забруднення тваринами джерел водопостачання та у знищенні щурів, вакцинації населення в місцевостях, неблагополучних за лептоспірозом.

Амебна дизентерія за течією хвороби подібна звичайній дизентерії. Вона поширена в основному в країнах з тропічним і субтропічним кліматом. Збудник її – амеба *Entamoeba histolytica*. Характерною особливістю цієї амеби є включення з еритроцитів. Дизентерійні амеби широко поширені і зустрічаються у воді, у ґрунті, на тілі людини. Джерело амебіоза – хвора людина і здоровий носій, причому носійство триває іноді кілька років. Один носій може виділяти на добу до 1 млн. цист. Профілактика амебної дизентерії полягає в строгому дотриманні санітарно-гігієнічних норм у водопостачанні та громадському харчуванні.

Водним шляхом може передаватися і туляремія. Збудник туляремії поширюється майже всіма відомими шляхами, але головна роль належить переносникам: гризунам та іксодовим кліщам. Заходи боротьби з туляремією полягають у вакцинації населення уражених районів, а також у зниженні чисельності переносників.

Збудники деяких вірусних інфекцій можуть передаватися водним шляхом, але цей шлях для них не основний. Збудник поліомієліту (поліовірус) і кишкові віруси (ЕСНО і Коксакі) розмножуються в тканинах травного тракту, в тому числі в глоточному кільці. Вони виділяються з фекаліями, а також з частинками слини і носових виділень при кашлі та чханні. Основним шляхом поширення цих вірусів в даний час вважається крапельно-повітряний, але відомі спалахи водного та молочного поліомієліту.

7.4 Поняття імунітету

Під *імунітетом* розуміють сукупність пристосувань макроорганізму, які забезпечують йому захист від проникнення і розмноження хвороботворних агентів, знешкоджують продукти їх життєдіяльності і сприяють видаленню з організму чужорідних білків і мікробів. У вузькому сенсі під імунітетом розуміють властивість організму протистояти інфекції.

Існують різні категорії імунітету. Так, генетична стійкість полягає в несприйнятливості якогось виду організмів до певного захворювання; наприклад, коні не хворіють на кір, людина стійка до курячої віспи і т. д. Фізіологічна стійкість полягає в загальних або індивідуальних особливостях організму. Відомо, що до кору, коклюшу, скарлатини, поліомієліту особливо сприйнятливі діти, хоча ними можуть хворіти і дорослі. Прикладом індивідуальної несприйнятливості може служити стійкість осіб з підвищеною кислотністю шлункового соку до холери.

Особливий випадок імунітету представляють алергічні реакції або алергії (кропив'янка, сінна лихоманка, алергічний нежить і т.д.), пов'язані з підвищеною чутливістю організму до деяких речовин. Причину зростання алергічних захворювань на земній кулі більшість дослідників пов'язує зі зростаючим забрудненням навколишнього середовища.

В результаті тривалої еволюції в макроорганізмі виробилися пристосування, що перешкоджають проникненню і поширенню хвороботворних агентів. Наприклад, високу бактерицидну активність має чиста, непошкоджена шкіра людини; в слюзах, мокроті, слині міститься особлива речовина – лізоцим, здатна розчиняти клітини мікробів; шлунковий сік згубно діє на більшість мікроорганізмів, що потрапляють з їжею в шлунково-кишковий тракт, і т. д.

Важливу роль у захисті організму від інфекції відіграє запальна реакція, що сприяє локалізації хвороботворних агентів і перешкоджає їх поширенню в організмі. У процесі ліквідації вогнища інфекції беруть участь спеціалізовані клітини, здатні захоплювати і перетравлювати мікробів (фагоцитувати). Такі клітини називаються *фагоцитами*. Існує два типи фагоцитів. Одні з них постійно знаходяться в стінках судин, особливо судин печінки, селезінки, кісткового мозку, лімфатичних вузлів і т. д. Ці фіксовані фагоцити є частиною ретикулоендотеліальної системи. На противагу їм рухливі фагоцити, або лейкоцити, вільно циркулюють в крові.

Лейкоцити, або білі кров'яні тільця, здійснюють фагоцитоз, який полягає в тому, що потрапили в організм чужорідні тіла, в тому числі мікроби, заковтуються і руйнуються лейкоцитами. Захисна роль фагоцитозу була відкрита І. І. Мечниковим в 1892 р. Поряд з фагоцитами в організмі є неклітинні фактори імунітету, у тому числі так звані специфічні антитіла, що містяться в сироватці крові. Утворення антитіл стимулюється в результаті попадання в організм так званих антигенів. У ролі антигенів можуть виступати як живі організми, так і речовини білкової природи, наприклад, пилок рослин,

шерсть і т. д. Кожному антигену властиві певні антитіла. Ця властивість називається *специфічністю*.

При зустрічі антигену з антитілом, як в організмі, так і поза ним, вони взаємодіють один з одним. Внаслідок цього процесу в організмі настає повне або часткове знешкодження (нейтралізація) антигену. У штучних умовах ця взаємодія може протікати у формі видимих реакцій. Такі реакції називають серологічними (*serum* – сироватка).

Антитіла і фагоцити виступають проти інфекції «єдиним фронтом». Антитіла «готують» мікробні клітини до захоплення їх фагоцитами. Багато патогенних бактерій покриті капсулою і тому легко вислизають від фагоцитів. Відповідні антитіла роблять поверхню бактеріальних клітин липкою, склеюють бактерії і, таким чином, роблять їх більш доступними фагоцитозу. Інша група специфічних антитіл антитоксини – здатні знешкоджувати отруйні продукти життєдіяльності бактерій.

7.5 Протиепідемічні заходи

Боротьба з епідеміями зазвичай ведеться шляхом одночасного впливу на всі три ланки епідемічного ланцюга. Соціальні фактори в цьому відношенні відіграють чи не більшу роль, ніж медичні. Необмежені можливості використання новітніх досягнень медицини дозволили домогтися ліквідації в СРСР таких інфекційних захворювань, як натуральна віспа, холера, малярія, поворотний тиф і ін. Ці захворювання не мають вогнищ інфекції на нашій території, але можуть бути занесені ззовні. Спеціальні заходи щодо попередження та ліквідації інфекційних захворювань дозволяють локалізувати і знешкодити виникнення осередів інфекції.

Вплив на джерело інфекції може бути різноманітним і залежить як від самого джерела, так і від форми прояву інфекційного захворювання. Хвору людину зазвичай ізолюють і госпіталізують. Дуже велику роль для локалізації вогнища інфекції відіграє раннє виявлення захворювання. Тому в період епідемій медичні працівники та громадські санітарні уповноважені систематично відвідують квартири і будинки, госпіталізують хворих. Рання діагностика захворювання дозволяє скоротити терміни лікування.

Велику небезпеку в поширенні інфекції представляє бактеріоносійство, яке при деяких інфекціях може тривати практично довічно. Епідеміологічна небезпека бактеріоносіїв зростає, якщо вони мають доступ до продуктів харчування та джерела водопостачання. У зв'язку з цим особи, які працюють в системі водопостачання, на об'єктах громадського харчування, в продовольчих магазинах і на продовольчих складах, піддаються регулярному бактеріологічному обстеженню.

Механізм передачі інфекційних захворювань включає три фази:

- 1) виділення інфекційного агенту з джерела інфекції в навколишнє середовище;
- 2) збереження його поза хворого організму;
- 3) проникнення в здоровий організм.

Завдання протиепідемічних заходів полягає в тому, щоб на будь-якій стадії не допустити поширення збудника інфекції.

У припиненні інфекцій, які розповсюджуються, водним шляхом, велику роль відіграє комунальний благоустрій населених місць. Будівництво водопроводу і каналізації, правильна їх експлуатація, своєчасне очищення території та санітарна освіта населення – основні фактори, які відіграють вирішальну роль у ліквідації водних інфекцій.

Вплив на третю ланку епідемічного ланцюга – сприйнятливий організм – ведеться шляхом імунізації населення.

У плановому порядку проводиться вакцинація груп населення, найбільш схильних до небезпеки зараження за умовами праці або представляють найбільшу небезпеку для оточуючих за родом своєї діяльності (медичні працівники, працівники органів міліції та транспорту, працівники водопостачання, дитячих установ, харчових підприємств і т.д.).

Щеплення за епідемічними показниками проводяться у разі загрози занесення особливо небезпечних інфекцій і у разі підвищення рівня захворюваності в даній місцевості.

Підвищення стійкості чутливого організму до інфекції шляхом імунізації – важлива міра боротьби з поширенням інфекційних захворювань. Для боротьби з особливо небезпечними інфекціями Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) розроблені «Міжнародні санітарні правила». У число карантинних хвороб входять чума, холера (в тому числі парахолера Ель-Тор), жовта лихоманка, натуральна віспа, висипний тиф, поворотний тиф. Всі органи охорони здоров'я зобов'язані сповіщати ВООЗ протягом доби про зараження району карантинною інфекцією або про виявлення в районі одного або більше випадків карантинного захворювання. ВООЗ інформує всі органи охорони здоров'я про карантинні захворювання.

7.6 Контроль рівня забруднення води

Відповідно до «Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» [9], прісні води суходолу поділяють, залежно від характеру їх використання, на чотири категорії:

I категорія – водойми господарсько-питного водопостачання населення та підприємств харчової промисловості;

II категорія – водойми культурно-побутового призначення, що використовуються для рекреації, заняття спортом тощо;

III категорія – водойми рибогосподарського призначення для збереження та нересту особливо цінних порід риб, які чутливі до кількості розчинного у воді кисню та кількості завислих речовин;

IV категорія – водойми рибогосподарського призначення для збереження інших порід риб та їх нересту.

Згідно з категорією водойм, в місцях водокористування або водозабору при водоспоживанні, встановлені відповідні нормативи якості води, які об'єднані в дві групи: гігієнічні та санітарні (табл. 7.1). *Нормами якості води*

називають установлені значення показників якості води, дотримання яких забезпечує потреби конкретних видів водокористування.

Для *гігієнічної* оцінки якості води використовують такі показники:

- кількість завислих речовин;
- температура;
- водневий показник;
- мінеральний склад води;
- концентрація розчиненого у воді кисню;
- біохімічне споживання кисню повне (БСК_п);
- хімічне споживання кисню (ХСК);
- наявність збуджувачів хвороб тощо.

Для *санітарної* оцінки якості води використовують такі показники:

- граничнодопустимі концентрації забруднювальних воду речовин, з врахуванням лімітуючих ознак шкідливості;
- класи небезпеки хімічних речовин.

Норми показників якості води для кожної категорії враховують особливості використання або споживання вод, а для водойм рибогосподарського призначення враховується явище біокумуляції та чутливість деяких гідробіонтів (табл. 7.1). Найвищі вимоги до якості води ставляться у водоймах III та I категорії.

Таблиця 7.1 – Деякі гігієнічні й санітарні вимоги до складу та властивостей води

Показники складу та властивостей води	I категорія	II категорія	III категорія	IV категорія
Кількість завислих речовин	$\leq 0,25$ мг/дм ³	$\leq 0,75$ мг/дм ³	$\leq 0,25$ мг/дм ³	$\leq 0,75$ мг/дм ³
Кількість плаваючих домішок	На поверхні водойми не повинно бути плаваючих плівок, плям масел та нафтопродуктів, відсутні інші домішки			
Кількість розчиненого кисню	$\geq 4,0$ мг/дм ³	$\geq 4,0$ мг/дм ³	$\geq 6,0$ мг/дм ³	$\geq 4,0$ мг/дм ³
БСК _п	$\leq 3,0$ мгО ₂ /дм ³	$\leq 6,0$ мгО ₂ /дм ³	$\leq 3,0$ мгО ₂ /дм ³	$\leq 3,0$ мгО ₂ /дм ³
ХСК	≤ 15 мгО ₂ /дм ³	≤ 30 мгО ₂ /дм ³	≤ 15 мгО ₂ /дм ³	≤ 30 мгО ₂ /дм ³
Вміст токсичних речовин	Лімітується ГДК _В (гігієнічними)		Лімітується ГДК _{ВР} (рибогосподарськими)	
Водневий показник (рН)	6,5-8,0	6,5-8,5	6,5-8,0	6,5-8,0
Збудники захворювань	Вода не повинна містити збудників захворювань			

Для вод господарсько-питного і культурно-побутового призначення для нормування їх якості встановлюються ГДК_В шкідливих речовин з урахуванням трьох лімітуючих ознак (показників) шкідливості: *органолептичної, санітарної або загальносанітарної* та *санітарно-токсикологічної*.

Для вод рибогосподарського призначення – ГДК_{ВР} з урахуванням п'яти лімітуючих ознак (показників) шкідливості: *органолептичної, санітарної або загальносанітарної, санітарно-токсикологічної, токсикологічної та рибогосподарської*.

Лімітуюча ознака шкідливості (за ДСТУ 3041-95) [14] – це одна з ознак шкідливості речовин, що забруднюють воду, яка визначає їхній переважний негативний вплив і характеризується найменшим значенням ефективної-неефективної концентрації.

Кожна лімітуюча ознака шкідливості характеризує ту чи іншу властивість забруднювальних речовин, яка показує прояв їх шкідливої дії, а саме:

– *органолептичний* показник шкідливості характеризує здатність речовин змінювати органолептичні властивості води, зокрема смак, запах, колір тощо;

– *загальносанітарний* показник шкідливості характеризує вплив речовин на процеси природного самоочищення вод за рахунок біохімічних реакцій за участю природної мікрофлори або хімічних перетворень;

– *санітарно-токсикологічний* показник характеризує шкідливу дію речовин на організм людини;

– *токсикологічний* показник шкідливості характеризує токсичність речовин для гідробіонтів, зокрема планктон тощо;

– *рибогосподарський* показник шкідливості характеризує вплив речовин на погіршення якості промислових риб.

Найменша з нешкідливих концентрацій за трьома або п'ятьма ознаками шкідливості приймається за ГДК із зазначенням лімітуючого показника шкідливості. Наприклад, деякі величини ГДК забруднюючих воду речовин зазначені у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Гранично допустимі концентрації деяких шкідливих речовин у водоймах

Забруднююча речовина	ГДК, мг/дм ³ , (лімітуючий показник шкідливості)	
	Для водойм I–II категорії (ГДК _В)	Для водойм III–IV категорії (ГДК _{ВР})
Аміак (NH ₃), (в перерахунку на азот)	2,0 (<i>сан.-токс.</i>)	0,05 (<i>токс.</i>)
Мідь (Cu ²⁺)	1,0 (<i>орган.</i>)	0,01 (<i>токс.</i>)
Нітрати (за NO ₃ ⁻)	45,0 (<i>сан.-токс.</i>)	–
Нітрити (за NO ₂ ⁻)	3,3 (<i>сан.-токс.</i>)	–
Меркурій (Hg ²⁺)	0,0005 (<i>сан.-токс.</i>)	0,0001 (<i>токс.</i>)
Свинець (Pb ²⁺)	0,03 (<i>сан.-токс.</i>)	0,01 (<i>токс.</i>)
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	500,0 (<i>орган.</i>)	–
Нафта і нафтопродукти в емульсованому стані	0,5 (<i>орган.</i>)	0,05 (<i>токс.</i>)
<i>Примітка:</i> <i>сан.-токс.</i> – санітарно-токсикологічний лімітуючий показник шкідливості, <i>токс.</i> – токсикологічний лімітуючий показник шкідливості, <i>орган.</i> – органолептичний лімітуючий показник шкідливості, <i>саніт.</i> – загальносанітарний лімітуючий показник шкідливості		

Під час попадання до водних об'єктів декількох речовин з однонаправленими лімітуючими показниками шкідливостей сума відносин концентрацій (C_1, C_2, \dots, C_n) кожної з речовин з урахуванням концентрацій речовин від вищерозташованих випусків до відповідних гранично допустимих концентрацій не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1.$$

Аналізуючи дані таблиці 7.2, бачимо, що гранично допустима концентрація більшості забруднюючих речовин у водоймах I-II категорії вища. Це, очевидно, пояснюється різною кількістю лімітуючих показників шкідливості речовин при встановленні величини ГДК, і тим, що чутливими до дії забруднюючих речовин є ряд гідробіонтів.

Згідно із ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1], питна вода повинна бути безпечною в епідемічному і радіаційному відношенні, нешкідлива за хімічним складом і повинна мати сприятливі органолептичні властивості. До вод рибогосподарського призначення ставляться, крім цього, і інші вимоги.

Слід зазначити, що ГДК_{ВР} повинні відповідати ряду вимог, за яких не повинно спостерігатись загибель риб та кормових організмів для риб, поступове зникнення видів риб або кормових організмів, погіршення товарних якостей риби та заміна цінних видів риб на малоцінні. Тому, рибогосподарські водні об'єкти іноді поділяють не на дві категорії (III та IV за попередньою класифікацією), а на три:

– *водойми вищої категорії*, до яких відносять місця розташування нерестилищ, масового нагулу та зимувальні ями особливо цінних видів риб та інших промислових водних організмів, а також охороняємі зони господарств будь-якого типу для розведення і вирощування риб, інших водних тварин і рослин;

– *водойми першої категорії*, до яких належать об'єкти, які використовують для збереження і відтворення цінних порід риб, що володіють високою чутливістю до кількості розчиненого у воді кисню;

– *водойми другої категорії*, до яких належать водні об'єкти, які використовуються для інших рибогосподарських цілей.

Оцінка якості природних вод є справою складною і клопіткою. Існує ряд підходів і методик цієї процедури. У більшості випадків, оцінку якості природних вод проводять за інтегральними показниками якості (іноді за індивідуальними), хоча ці показники в силу своєї відносності практично непридатні для їх використання як критерію «краще» або «гірше».

Під *якістю води* в цілому розуміють характеристику її складу і властивостей, які визначають її придатність для конкретних видів водокористування (ГОСТ 17.1.1.01-77 [21]), при цьому критерії якості являють собою показники, за якими проводиться оцінка якості цих вод. Важливим є, також, врахування факторів, що визначають хімічний склад природних вод.

Як зазначалось раніше, природні води класифікують на основі інтегральних та сумарних показників якості. До інтегральних показників, які найбільш часто використовуються для оцінки якості природних вод, належать *індекс забруднення води (ІЗВ)* для хімічного забруднення вод та *гідробіологічний індекс сапробності S*.

ІЗВ часто розраховують на основі шести-восьми показників, як правило гідрохімічних, але деякі критерії якості є обов'язковими: концентрація розчиненого у воді кисню, величина рН, біохімічне споживання кисню за п'ять діб БСК₅. Індекс забруднення води розраховують за формулою

$$ІЗВ = \sum_{i=1}^n \frac{C_i / ГДК_i}{n},$$

де C_i – концентрація нормованого компонента, мг/дм³ (іноді значення параметру);

$ГДК_i$ – встановлена величина концентрації компонента для відповідного типу водойми, мг/дм³ (іноді значення параметру);

n – число показників, що використовуються для розрахунку ІЗВ.

Залежно від величини ІЗВ, водойми або їх ділянки поділяють на відповідні класи (табл. 7.3). ІЗВ порівнюються для водних об'єктів однієї біохімічної провінції та подібного типу, або для ділянок однієї водойми – за течією, в часі тощо.

Таблиця 7.3 – Класи якості природних вод залежно від значення ІЗВ

Рівень забрудненості води	Значення ІЗВ	Класи якості вод
Дуже чисті	до 0,2	1
Чисті	0,2-1,0	2
Помірно забруднені	1,1-2,0	3
Забруднені	2,1-4,0	4
Брудні	4,1-6,0	5
Дуже брудні	6,1-10,0	6
Надзвичайно брудні	> 10,0	7

Серед гідробіологічних інтегральних показників якості найбільш часто використовують *індекс сапробності S*, який характеризує ступінь забрудненості води органічними нетоксичними речовинами, наприклад, продуктами метаболізму організмів, продуктами їх розкладу тощо, тобто ступінь розвитку евтрофування водойм. Індекс сапробності розраховують на основі індивідуальних характеристик сапробності індикаторних видів, які представлені в різних водних співтовариствах, зокрема фітопланктоні, перифітоні тощо:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i},$$

де S_i – значення сапробності гідробіонту, що задається спеціальними таблицями;

h_i – відносна повторюваність індикаторних організмів в полі зору мікроскопу;

n – число обраних індикаторних видів.

За величиною індексу сапробності природні водойми або, частіше їх ділянки, поділяють на відповідні класи якості вод й зони (табл. 7.4).

Таблиця 7.4 – Класи якості природних вод залежно від індексу сапробності

Рівень забрудненості вод	Зона	Значення S	Класи якості вод
Дуже чисті	ксеносапробна	до 0,50	1
Чисті	олігосапробна	0,50–1,50	2
Помірно забруднені	α -мезосапробна	1,51–2,50	3
Дуже забруднені	β -мезосапробна	2,51–3,50	4
Надзвичайно забруднені	полісапробна	3,51–4,00	5
Дуже брудні	полісапробна	> 4,00	6

Крім зазначених показників якості природних вод, для оцінки їх якості використовуються *індекс самозабруднення-самоочищення води* і *мікробіологічні показники*. За мікробіологічними показниками можуть проводити визначення рівня забрудненості і класу якості водних об'єктів (табл. 7.5).

Таблиця 7.5 – Класи якості води за мікробіологічними показниками

Рівень забрудненості вод та клас їх якості	Мікробіологічні показники		
	Загальне число бактерій, $\times 10^6$ клітин/см, N_{Σ}	Число сапрофітних бактерій, $\times 10^3$ клітин/см ³ , N_s	Відношення N_{Σ} / N_s
Дуже чисті, 1	< 0,5	< 0,5	> 1 000
Чисті, 2	0,5–1,0	0,5–5,0	$\geq 1 000$
Помірно забруднені, 3	1,1–3,0	5,1–10,0	1 000–100
Забруднені, 4	3,1–5,0	10,1–50,0	< 100
Брудні, 5	5,1–10,0	50,1–100,0	< 100
Дуже брудні, 6	> 10,0	> 100,0	< 100

Під індексом самозабруднення-самоочищення (A/R) розуміють відношення валової первинної продукції фітопланктону до величини деструкції органічної речовини в планктоні. За цим показником виявляють тенденції розвитку флори і фауни водойми і роблять попередній висновок про розвиток евтрофування.

Крім цих інтегральних характеристик, які дають уявлення про загальний перебіг процесів у водоймах або про загальні властивості води, використовують класифікації вод за сумарними показниками, які характеризують той чи інший критерій якості природних вод. До таких показників відносять загальну мінералізацію вод, електропровідність вод, водневий показник (рН), окисно-відновний потенціал води, концентрацію розчиненого у воді кисню, твердість води тощо.

Мінералізація природних вод, яка визначає їх питому електропровідність, може змінюватись в широких межах. Мінералізацію природних вод, під якою

розуміють сумарний вміст всіх знайдених при хімічному аналізі води мінеральних речовин, виражають в мг/дм³, якщо вона не перевищує 1 000 мг/дм³, або в %, при величині мінералізації понад 1 000 мг/дм³. Більшість річок має мінералізацію від кількох міліграмів в дм³ до кількох сотень міліграм в дм³. Мінералізація підземних вод і солоних озер змінюється в межах від 40–50 мг/дм³ до 650 г/дм³. Урахування цього параметру є важливим при оцінці якості природних вод, адже ряд гідробіонтів можуть бути чутливими до зміни солоності води. Гідробіонти можуть бути «галофітами» або «гало фобами», тобто одні з них кращі умови знаходять в воді високої мінералізації, інші – малої. За величиною мінералізації, природні води класифікують за відповідними категоріями (табл. 7.6).

Таблиця 7.6 – Класифікація природних вод за величиною мінералізації

Категорія природних вод	Мінералізація, г/дм ³
Ультрапрісні води	< 0,2
Прісні води	0,2–0,5
Води з відносно підвищеною мінералізацією	0,5–1,0
Солонуваті води	1,1–3,0
Солоні води	3,1–10,0
Води підвищеної солоності та морські	10,1–35,0
Розсоли або рапи	> 35,0

Багато виробництв, сільське господарство, підприємства питного водозабезпечення тощо, висувають певні вимоги до якості води, в тому числі і за величиною мінералізації. Води з підвищеним вмістом солей можуть негативно впливати на рослинні та тваринні організми, технологію виробництва, викликати корозію, призводити до засолення ґрунтів. Так, у відповідності з гігієнічними нормативами якості питної води, сумарна мінералізація не повинна перевищувати 1 000 мг/дм³ і тільки в окремих випадках, за згодою санепідемстанцій величина мінералізації питних вод може сягати 1 500 мг/дм³.

Водневий показник (pH) є важливою величиною природних вод. Як правило, вміст іонів водню, точніше гідроксонію – H₃O⁺, в природних водах визначається, переважно, кількісним відношенням концентрації карбонатної кислоти та її солей:



Для зручності вираження вмісту іонів водню у водах використовують величину $pH = -\lg[H^+]$, тобто негативний логарифм рівноважної концентрації іонів водню. Крім карбонатної кислоти і її солей, природними джерелами надходженні іонів водню у воду є гумусові кислоти, які містяться в ґрунтах, а також процеси гідролізу солей (див. «Самоочищення вод від мінеральних компонентів»).

Якщо в поверхневих водах містяться невеликі кількості діоксиду

вуглецю, то вони мають лужну реакцію і навпаки. Тому, на кислотність природних вод значного впливу надають процеси фотосинтезу, при яких споживається CO_2 . Значення рН більшості річкових вод, як правило, коливається в межах 6,5–8,5, в болотах – 5,5–6,0, в морських водах – 7,9–8,3. Слід зазначити, що величина рН для більшості річкових вод та озер має сезонні коливання: зимою – 6,8–7,4, влітку – 7,4–8,2.

Величина рН води є одним із найважливіших показників якості вод, вона впливає на хімічні та біохімічні процеси у водоймах, визначає розвиток і життєдіяльність гідробіонтів, визначає міграцію хімічних елементів у водному середовищі та форми знаходження цих елементів у воді. Крім того, величина рН води визначає її агресивність до металів і бетону. Тому, природні води за величиною рН доцільно поділити на сім груп (табл. 7.7).

Таблиця 7.7 – Класифікація природних вод за величиною рН

Група вод	рН	Джерела формування кислотності вод
Сильнокислі води	<3,0	Гідроліз солей важких металів (шахтні й рудні)
Кислі води	3,0–5,0	Потрапляння у воду карбонатної кислоти, фульвокислот та інших кислот, внаслідок розкладу органічних речовин
Слабокислі води	5,1–6,5	Наявність гумусових кислот у ґрунтах і болотних водах (води лісової зони)
Нейтральні води	6,6–7,5	Наявність у водах гідрокарбонатів кальцію та магнію ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ та $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$)
Слаболужні води	7,6–8,5	Наявність у водах гідрокарбонатів кальцію та магнію ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ та $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$)
Лужні води	8,6–9,5	Наявність у водах карбонатів та гідрокарбонатів натрію (Na_2CO_3 , NaHCO_2)
Сильнолужні води	>9,5	Наявність у водах карбонатів та гідрокарбонатів натрію (Na_2CO_3 , NaHCO_2)

Зміна величини рН природних вод і, в першу чергу, в бік пониження цього показника (зростання кислотності) є вкрай небажаним.

Зміна кислотності водойм в ту чи іншу сторону є небажаною, причому різка зміна величини рН на 1 і більше викликає практично повну загибель риб та інших водних організмів. У той же час, найбільш часто загрозливий характер мають процеси закислення вод. Вони можуть бути спричинені випаданням кислотних дощів, господарською діяльністю людини або природними факторами.

Окисно-відновний потенціал (Eh) або редокс-потенціал є важливою величиною природних вод, він визначає можливість проходження реакцій окислення та відновлення. В процесах окислення та відновлення можуть утворюватись більш або менш токсичні інгредієнти природних вод, наприклад, $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$, $\text{Cr}(\text{VI}) \rightarrow \text{Cr}(\text{III})$, а зміна ступеня окислення цих компонентів може впливати на їх міграцію у водному середовищі.

Величина редокс-потенціалу виражається в мілівольтах (мВ) і для природних вод значення Eh коливається від -400 до +700 мВ. Вона визначається сукупністю всіх процесів у воді за участю елементів, які мають змінну валентність. За цим показником природні води поділяють на три основні види геохімічних станів:

– *окислювальний* – з характерним значенням $Eh > +(100-150)$ мВ, у воді достатня кількість розчиненого кисню, а хімічні елементи знаходять, переважно, у вищих ступенях окислення;

– *перехідний окисно-відновний* – з характерним значенням $Eh +(100-0)$ мВ, нестійким геохімічним режимом і змінним вмістом розчиненого у воді кисню та сірководню. В цих умовах можуть протікати як реакції окислення, так і реакції відновлення;

– *відновлювальний* – з характерними негативними значеннями Eh . В таких водах елементи знаходяться, переважно, в нижчих ступенях окислення, а вода часто містить сірководень.

З екологічної точки зору необхідно підтримувати окислювальний стан у природних водоймах, що зумовлює насиченість води розчиненим киснем і сприяє самоочищенню водойм. Крім того, більшість елементів у вищих ступенях окислення характеризуються меншою токсичністю, хоча є і виключення.

Концентрація розчиненого у воді кисню є важливим сумарним параметром якості води, який характеризує різноманітні процеси, які протікають у водоймах: окислення-відновлення, зміна температури тощо. На цей параметр впливають дві групи протилежно напрямлених процесів: одні збільшують концентрацію розчиненого у воді кисню, інші – зменшують її. Крім того, на розчинність у воді кисню, як і інших газів, впливають температура і тиск. Зростання температури зменшує розчинність у воді кисню, а тиску – збільшує.

До першої групи процесів, що збагачують воду киснем, відносять процес абсорбції кисню з атмосфери, виділення кисню водною флорою в процесі фотосинтезу, а також потрапляння у водойми дощової та талої води, які завжди пересичені киснем.

Абсорбція кисню з атмосфери проходить на поверхні водного об'єкту і його швидкість підвищується з пониженням температури, з підвищенням тиску як загального, так і парціального, та зниженням мінералізації води.

Фотосинтетичне виділення кисню проходить при одночасній асиміляції розчиненого у воді діоксиду вуглецю водною флорою. Інтенсивність процесу фотосинтезу підвищується із зростанням температури води, інтенсивності сонячного випромінювання і наявності біогенних елементів, які необхідні для розвитку організмів. Продукування кисню проходить в поверхневих шарах водойми, глибина яких залежить від прозорості води і залежить від сезону.

Концентрація розчиненого у воді кисню може бути лімітуючим фактором для ряду гідробіонтів, тому цей показник є дуже важливим. За показником насиченості води киснем проводиться класифікація природних вод за класами якості (табл. 7.8).

Таблиця 7.8 – Вміст кисню у водоймах з різним ступенем їх забрудненості

Рівень забрудненості води і клас якості	Розчинений у воді кисень		
	літо, мг/дм ³	зима, мг/дм ³	насиченість, %
Дуже чисті, 1	~ 9	14–13	95
Чисті, 2	~ 8	12–11	80
Помірно забруднені, 3	7–6	10–9	70
Забруднені, 4	5–4	5–4	60
Брудні, 5	3–2	5–1	30
Дуже брудні, 6	0	0	0

Отже концентрація розчиненого у воді кисню залежить і від ступеня забрудненості води водойми.

Стічні води, промислові й побутові, звичайно містять велику кількість різноманітних за складом органічних і неорганічних забруднювачів, які, як правило, окислюються або розкладаються з випаровуванням кисню. Загальний рівень забруднення в цьому випадку може характеризувати величина потреби в кисні. Розрізняють біологічну і хімічну потребу в кисні.

Під біологічною потребою в кисні (БПК) розуміють ту кількість кисню в мг/дм³ стічної води, яке потрібне живим організмам для окислення органічних і неорганічних речовин, що знаходяться в одному літрі стічної води. Очевидно, що біологічному окисленню піддаються тільки ті компоненти стічних вод, які можуть бути використані організмами для своєї життєдіяльності. Процес цей тривалий, тому величина БСК завжди вказується з індексом, що означає час окислення в добі. При цьому величина БСК₁₀ (окислення протягом 10 діб) буде більше величини БСК₅ (окислення протягом 5 діб) унаслідок глибшого окислення. Таким чином, величина БСК прагнути до деякої стабільної величини, що позначається, як величина БСК повна (БСК_п). БСК_п води господарсько-питних і рибогосподарських водоймищ в кисні при 20 °С не повинна перевищувати 3 мгО₂/дм³.

Під хімічним споживанням кисню (ХСК) розуміють ту кількість кисню в міліграмах на літр стічної води, яка потрібна для окислення органічних і неорганічних речовин, що знаходяться в 1 дм³ стічної води, яким-небудь окислювачем. При визначеній ХСК звичайно приймають як окислювач гарячий кислий розчин біхромату калія. Величина ХСК є найважливішою характеристикою промисловості стічних вод. Очевидно, що величина ХСК завжди буде більше величини БСК повної унаслідок глибшого окислення хімічним шляхом в порівнянні з біологічним. Порядок величини БСК міняється від 10–20 мгО₂/дм³ – для порівняно чистої води до 1 000 і більш мгО₂/дм³ – для сильно забруднених стічних вод.

Відношення величини БСК/ХСК називають біологічним показником води. Оскільки величина БСК завжди менше величини ХСК, то величина

біохімічного показника ніколи не перевищує одиницю. По величині БСК судять про можливість і ступінь очищення стічної води біологічним шляхом. Так, побутові стічні води, як найповніші що очищаються біологічним шляхом, мають БСК близько 0,5. Величина БСК для промислових стічних вод коливається від 0,05 до 0,3.

В окремих випадках проводять класифікацію та оцінку якості природних вод за індивідуальними показниками, як правило, це високо небезпечні сполуки, зокрема іони важких металів, пестициди, радіонукліди тощо. Але така оцінка, як і попередні, дають уяву про перебіг тих чи інших процесів у водоймах або характеризують ступінь їх забруднення, але не показують загальний екологічний стан природних водойм.

Контрольні запитання



1. У чому полягає попереджувальний санітарний нагляд за системами водопостачання?
2. У чому полягає поточний санітарний нагляд за системами водопостачання?
3. Розкрийте поняття інфекції.
4. Як розповсюджуються інфекції?
5. Назвіть водні інфекції та їх збудників.
6. Розкрийте поняття імунітету.
7. У чому полягають протиепідемічні заходи?
8. Чому джерела прісної води поділяють на категорії? Як нормується якість води в місцях водокористування?
9. Що таке якість води? Охарактеризуйте джерела формування хімічного складу природних вод.
10. Наведіть класифікацію природних вод за інтегральними та сумарними характеристиками. Яка їх роль?
11. Розкрийте три ознаки шкідливості (загальносанітарна, органолептична, санітарно-токсикологічна).
12. Розкрийте поняття БПК і ХПК.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. – Затверджено МОЗ України 12.05.2010. – Київ, 2010. – 25 с.
2. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 172 с.
3. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 96 с.
4. Комунальна гігієна / Є. Г. Гончарук, В. Г. Бардов, С. І. Гаркавий та ін.; за ред. Є. Г. Гончарука. – Київ : Здоров'я, 2006. – 792 с.
5. Конституція України. II «Права і свободи людини і громадянина» Конституції України – Режим доступу : <https://www.president.gov.ua/ua/documents/constitution/konstituciya-ukrayini-rozdil-ii>
6. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
7. Водний кодекс України – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80>
8. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12>
9. Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення. СанПіН 4630-88. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v4630400-88>
10. ДСТУ 4800:2007. Джерела централізованого водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води та правила вибору [Чинний від 2009-01-01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с.
11. Інструкція про порядок накладання і стягнення штрафів за порушення санітарного законодавства, затверджена Наказом МОЗ України № 64 від 14.04.1995 р., змінено 21.11.2022. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0291-95>
12. Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів встановлений постановою Кабінета Міністрів України № 750 від 8 вересня 2015. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/461-2011-%D0%BF>
13. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля». – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>
14. ДСТУ 3041-95 Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання і охорона води. Терміни та визначення. – Київ : ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 1995.
15. Гончарук О. В. Основи екології : навч. посіб. для підготовки бакалаврів / О. В. Гончарук, М. І. Маниліч, К. О. Волощук – Чернівці : Видавництво «Книги XXI». – 2008. – 128 с.

Навчальне видання

БЛАГОДАРНА Галина Іванівна

**САНІТАРНИЙ КОНТРОЛЬ
ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
всіх форм навчання спеціальності
194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології)*

Відповідальний за випуск *Г. І. Благодарна*

За авторською редакцією

Комп'ютерний набір *Г. І. Благодарна*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2021, поз. 219Л.

Підп. до друку 10.02.2021. Формат 60 × 84/16.

Електронне видання. Ум. друк. арк. 7,3.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.