

## ЛЕКЦІЯ 11

### Гігієна води та водопостачання

Вода — є одним з найважливіших елементів зовнішнього середовища. Вона має велике значення для задоволення фізіологічних, санітарно-гігієнічних та господарських потреб людини. Вкрай необхідна вона рослинам і тваринам. Вода входить до складу тканин і органів людини, бере участь у всіх фізико-хімічних процесах в організмі, здійсненні різних фізіологічних функцій, видаленні з організму продуктів обміну, регулює віддачу тепла шляхом випаровування. Загальний вміст води в організмі людини близько 65 - 75 % маси тіла.

Резорбція споживаної води починається у шлунку, але основна її кількість всмоктується в кишечнику. Вода постійно виводиться з людського організму через нирки, легені, кишечник і шкіру. Із сечею та екскрементами з організму виділяється близько 1,5 л води на добу, через легені — до 0,5 л, шкіру й потові залози, залежно від метеорологічних умов та виконуваної роботи, — від 0,5 до 10 л. Стільки ж води за добу людина і споживає. Людський організм погано переносить зневоднення. Втрата лише 1-1,5 л води вже викликає відчуття спраги. Якщо втрата води становить 10 %, то це спричиняє серйозні порушення діяльності організму і навіть становить небезпеку для життя. Втрата 20—25 % води може спричинити смерть.

Велика кількість води витрачається для миття тіла, прання білизни, приготування їжі, прибирання приміщень тощо. Вода — це важливий чинник загартування організму. Водний спорт у відкритих водоймах та плавальних басейнах є прекрасним оздоровчим заходом.

Отже, стає зрозумілим, чому в сучасних містах потреба у воді на душу населення має становити 500 л на добу і більше. Виконувати свою гігієнічну роль вода може лиш тоді, коли вона якісна щодо органоліптичних, хімічних та бактеріологічних властивостей. В іншому разі неякісна або забруднена вода може спричинити ряд інфекційних хвороб: черевний тиф, холеру, дизентерію, гельмінтоз.

Показники нормування забруднюючих речовин водних об'єктів.

Основним показником нормування ЗР водних об'єктів є ГДК у воді водойми господарсько-питного та культурно-побутового водокористування ГДК<sub>в</sub>, ГДК<sub>д</sub>.

ГДК<sub>в</sub> — це концентрація ШР у воді, яка не повинна чинити прямої або непрямої дії на організм людини протягом всього її життя, а також: не впливати на здоров'я наступних поколінь і не повинна погіршувати гігієнічні умови

водокористування.

ГДК ЗР у водоймі (річці, озері, морі, підземних водах) відповідає рівню забруднення, яке виключає несприятливий вплив на організм людини та можливість обмеження або порушення нормальних умов господарсько–питного, культурно–побутового та інших видів водокористування.

ГДКд – ГДК домішок у воді водного об'єкта – це такий нормативний показник, який включає несприятливий вплив на організм людини і можливість обмеження чи порушення нормальних умов господарсько–питного, побутового та інших видів водокористування.

Загальні показники якості промислових вод, що скидаються у відкриті водойми господарсько–питного та культурно–побутового призначення:

◆Розчинений кисень,◆БСК,◆Завислі речовини,◆Запахи, присмаки,◆Кольоровість,◆Водневий показник,◆Спливаючі речовини,◆Мінеральний склад, ◆Збудники захворювань, ◆Температура води ◆Отруйні речовини

Нормування скидів ЗР у НС виконується шляхом встановлення ГДС забруднювальних хімічних речовин із стічними водами у водні об'єкти.

ГДС – це маса речовин у стічних водах, максимально допустима до відведення з установленим режимом у даному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольованому пункті. ГДС встановлюється з урахуванням ГДК в місцях водоспоживання, асиміляційних властивостей водного об'єкта і оптимального розподілу маси речовин, що скидаються між водокористувачами, які скидають стічні води.

В зв'язку з поліфункціональним використанням водойм та різноманітністю форм впливу на організми (контактний, дія через внутрішні органи, дія на органи чуття) вводиться лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ) – відображає пріоритетність вимог до якості води. Для водойм встановлено окреме нормування якості води, який пов'язаний із категорією водокористування:

- для господарсько–питного водопостачання населення і підприємств харчової промисловості – встановлюються загально-санітарні та органолептичні ліміти;

- для культурно–побутового призначення (для купання, спорту, відпочинку населення) – встановлюються санітарно–токсикологічні ліміти;

- для рибогосподарського призначення – встановлюються токсикологічні та частково органолептичні ліміти.

Нормативи якості водойм рибогосподарського призначення.

Нормативи якості води встановлено для двох видів рибогосподарського водокористування: водойми, що використовуються для відтворення і збереження цінних сортів риб та водойми, що використовуються для всіх інших

рибогосподарських потреб. Нормативи складу і властивостей води водойм, що використовуються для рибогосподарських потреб, можуть поширюватися на ділянку скидання стічних вод у разі швидкого змішування їх з водою об'єктів або на ділянку, розташовану нижче від місця скидання стічних вод. На ділянках масового нересту і нагулу риби скидання стічних вод забороняється.

У разі скидання стічних вод у рибогосподарські водойми стосовно них встановлюють жорсткіші вимоги, ніж до стоків у водойми, що використовуються для господарсько-питних і культурно-побутових потреб, а саме:

- Розчинений кисень. Взимку кількість розчиненого кисню (після змішування стічних вод з водою водойми) не повинна становити менше, ніж 6 і 4 мг-л для водойм першої та другої категорій водокористування відповідно; влітку - не менше, ніж 6 мг-л у пробі, відібраній до 12 години дня, для всіх водойм.

- Повне БСК за температури 20°C не повинно перевищувати 3мг\л у водоймах обох видів рибогосподарського водокористування.

- Отруйні речовини не повинні міститися у концентраціях, що можуть чинити пряму або опосередковану шкідливу дію на риби чи водні рослини та організми, які споживають риби.

- Температура води внаслідок скидання стічних вод не повинна підвищуватися влітку більше, ніж на 3°C, а взимку - на 5°C.

ГДК ШР у воді водойм рибогосподарського призначення – це концентрація, за якої не повинно чинитися шкідливий вплив на популяції, у першу чергу промислові.

Види нормативів якості води.

Установлено два види нормативів: санітарно–гігієнічні нормативи якості води (для потреб населення) та рибогосподарські нормативи. У зазначених нормативах науково обґрунтована концентрація ЗР та показники якості води (загально фізичні, біологічні, хімічні, радіаційні), які не виливають прямо або опосередковано на життя та здоров'я населення.

В Україні технічні та гігієнічні вимоги до якості води господарсько–питного призначення встановлені ГОСТ. Згідно вимогам стандарту вода має бути безпечною в епідеміологічному відношенні, нешкідливою за хімічним складом і мати високі органолептичні властивості.

Встановлені нормативи якості води для водойм за двома категоріями водокористування:

До першої відносяться ділянки водойм, що використовуються як джерела централізованого чи нецентралізованого (децентралізованого) господарсько–питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості.

До другої категорії належать ділянки водойм, що використовуються для купання, занять спортом та відпочинку населення, а також ті, що знаходяться в межах населених пунктів. Крім того, встановлені більш жорсткі нормативи якості стічних вод, що скидаються у водойми, які використовують з рибогосподарською метою.

Особливо великі вимоги ставлять до питної води. Згідно з державним стандартом питна вода має відповідати таким гігієнічним вимогам:

- бути безпечного в епідемічному відношенні - не містити патогенних збудників, яєць та личинок гельмінтів, а також збудників протозойних хвороб;

- мати нешкідливий хімічний склад — не містити токсичних, радіоактивних речовин та лишків солей, здатних негативно впливати на здоров'я людей;

- мати цілющі органоліптичні властивості — мати температуру, що освіжує, бути прозорою, не мати кольору, запаху та стороннього присмаку.

Для оцінки якості води щодо епідеміологічних вимог в санітарній практиці широко використовують бактеріологічні показники забруднення води - ступінь загальної бактеріальної забрудненості води та наявність у ній кишкової палички.

Перший показник характеризує мікробне число, тобто кількість мікробних колоній, що виростають при посіві 1 мл води, через добу на спеціальних середовищах (м'ясо-пептонний агар). За існуючими нормами у 1 мл питної води не повинно міститися більше ніж 100 мікробів, а у воді плавальних басейнів - 1000.

Другий показник — наявність у воді кишкової палички, яка є індикатором забруднення води фекаліями. Цей показник характеризують дві величини — колі-титр і колі-індекс.

Колі-титр — найменша кількість води, в якій виявляється одна кишкова паличка. Чим менше (нижче) колі-титр, тим більше фекальне забруднення води.

Колі-індекс — кількість кишкових паличок, що міститься у 1 л води. У чистій воді артезіанських свердловин колі-титр, як правило, вищий за 500 мл, а колі-індекс — менший 2. Для водогінної води колі-індекс має бути не більше 3, а колі-титр — 300 мл. У забруднених, погано обладнаних колодязях колі-титр може бути 100 мл, а колі-індекс — 10. Такі ж величини характеризують воду у штучних плавальних басейнах. Згідно з державним стандартом щодо хімічного складу питна вода має відповідати вимогам двох груп показників.

Одні показники характеризують її токсикологічний стан, другі — органічну якість. Наявність у воді токсичних речовин пов'язана в основному з промисловими та сільськогосподарськими забрудненнями водних джерел. Спеціальним списком Міністерства охорони здоров'я України передбачено гранично-припустимий вміст понад 800 хімічних сполук.

Органоліптичні властивості води характеризуються:

- 1) запахом, смаком, забарвленістю, прозорістю, каламутністю;
- 2) вмістом хімічних речовин, що впливають на органоліптичні якості води.

Прозорість води, тобто здатність пропускати світло, залежить від кількості в ній завислих часток мінерального та органічного походження. Воду вважають прозорою, якщо через 30-сантиметровий шар її можна читати шрифт певного розміру. Каламутність питної води не повинна перевищувати 1,5 мг·л<sup>-1</sup>.

Забарвленість води обумовлена наявністю у ній гумінових речовин, а для відкритих водойм — розмноженням водоростей (цвітіння води). Вона вимірюється у градусах інтенсивності забарвлення і не повинна бути більшою за 20. Смак та запах води залежить від наявності у ній органічних речовин рослинного походження та продуктів їх розпаду. Вони можуть надавати воді землистого, мулистого, трав'янистого та болотного смаку і запаху. При гноєнні органічних сполук вода має гнилісний запах. Присмак та глибоких підземних вод створюються розчиненими у них мінеральними солями та газами, наприклад, сірководнем.

Інтенсивність запаху та смаку води вимірюється у балах за п'ятибальною системою (дуже слабкий — 1 бал, слабкий — 2, помітний — 3, виражений — 4, дуже сильний — 5). Запах та смак питної води не повинні перебільшувати 2 балів. Питна вода з температурою 8—12°C справляє найкращий ефект щодо задоволення спраги та стимулює функцію апарату травлення.

Органоліптичні якості води значною мірою залежать від якісного та кількісного складу хімічних речовин, що зустрічаються у природних водах або забруднюють їх внаслідок різних причин. Ці речовини також нормуються державним стандартом на питну воду. Так, водневий показник (рН) допускається від 6,0 до 9,0. Сухий залишок, що характеризує мінералізацію води, повинен бути не більше за 1000 мг·л<sup>-1</sup>. Загальна твердість, яка зумовлена вмістом у воді кальцію і магнію, не повинна перебільшувати 7,0 мг-екв·л<sup>-1</sup>. Вміст заліза у воді не повинен перебільшувати 0,3 мг·л<sup>-1</sup>, марганцю — 0,1, міді — 1,0, поліфосфатів — 3,5, сульфатів — 500,0 хлоридів — 350, цинку — 5,0 мг·л<sup>-1</sup>.

Основними джерелами водопостачання є підземні води та відкриті водойми. Після відповідної обробки можна також пити дощову, снігову та морську воду. Підземні води утворюються внаслідок фільтрування води через ґрунт і накопичення її у водопроникливих породах (пісок, гравій, вапняк), нижче яких розміщуються водотривкі породи (глина, граніт).

Підземні води, що знаходяться на першому водоносному горизонті від поверхні землі, називаються ґрунтовими, їх глибина коливається від 1—2 до декількох десятків метрів. Звичайно ґрунтові води, з глибини 5—6 м і більше не містять у собі патогенних мікроорганізмів. Але за деяких обставин виникає

реальна загроза бактеріального забруднення ґрунтових вод. Якщо підземні води знаходяться між двома водотривкими шарами — їх називають міжшаровими. При бурінні свердловини у міжпластовому горизонті, що має ухил, вода може підніматися. Це так звані напірні, або артезіанські води. Міжпластові води можуть виходити на поверхню як джерело. Артезіанська вода — найкраща для пиття. Однак і вона потребує постійного санітарного нагляду, оскільки існує вірогідність її забруднення збудниками інфекцій (і, у першу чергу, кишкових), а також різними хімічними речовинами внаслідок випуску стічних вод промисловими підприємствами.

Таке забруднення може статися внаслідок притоку зараженої води з шарів, що лежать вище, з тріщин у водотривких породах, через занедбаність шахти, негерметичність обладнання гирла свердловини, при затопленні її паводковими водами. Після артезіанської та джерельної вод за якістю стоїть ґрунтова вода. Для її використання будують шахтні криниці та трубчасті колодязі.

Щоб запобігти забрудненню підземних вод при експлуатації водозаборів, слід дотримуватися таких гігієнічних вимог:

- місце обладнання шахтного або трубчастого колодязя має бути вище за рельєфом місцевості і якомога далі від об'єктів, що забруднюють ґрунт. Це місце не повинно заболочуватися;
- стінки колодязів або джерельний каптаж мають бути водонепроникними й мати цементний (або глиняний) запір, щоб поверхневі води не фільтрувалися поблизу водозабірних споруд;
- шахтні та трубчасті колодязі повинні надійно закриватися, щоб у них не потрапляло забруднення ззовні.

Місце для шахтного колодязя слід обирати на узвишші не ближче 30 м від джерел забруднення. Якщо ж останні розташовані вище колодязя за рельєфом місцевості, то відстань між ними має бути не менше як 50—100 м. Щодо епідеміологічного стану, то відкриті водойми потенційно небезпечні, оскільки вони можуть забруднюватись ззовні, особливо близько населених пунктів та у місцях випуску стічних вод.

Швидкість самоочищення залежить від потужності водойми, ступеню її забрудненості та кількості у воді розчиненого кисню. Виходячи із останнього, широко користуються визначенням у воді біохімічної потреби кисню (БПК), що є цінним показником ступеню забруднення води органічними речовинами та мірилом інтенсивності процесів самоочищення. БПК — це кількість кисню, що необхідна для повного біохімічного окислення речовин, які містяться в 1 л води при температурі 20°C. У чистих водоймах БПК становить 3—6 мг·л<sup>-1</sup>.

Санітарне обстеження водопостачання має велике значення для водозабору, визначення місць для спортивно-оздоровчих таборів, масових

купань, наплавних басейнів. Ним передбачено санітарно-топографічне обстеження (огляд на місці); взяття проби води для дослідження; вивчення рівня захворюваності серед населення та тварин у місцях знаходження джерела водопостачання.

При огляді джерела водопостачання основну увагу звертають на виявлення можливих причин забруднення води (стічних вод промислових підприємств, лазень, пралень, туалетів, помийних ям тощо). Якщо ж водойму передбачається використовувати для масового купання та плавання, обстежується ґрунт і рельєф берегів та дна з метою виявлення небезпечних місць (ям, обривів, виходу холодних джерел тощо).

Вивчення захворюваності населення і тварин у районі джерела водопостачання здійснюють шляхом аналізу звітних матеріалів санітарно-епідеміологічних станцій. Особливу увагу звертають на захворюваність на дизентерію, черевний тиф, паратифи, туляремію, лштоспіроз тощо. Величезна роль надається очищенню та знезаражуванню води.

Очищення води — це звільнення від завислих у ній часток, що дає змогу покращити її якість (усунення каламутності і забарвлення).

Очищення можна здійснити відстоюванням та фільтруванням, але це потребує багато часу і не дає бажаного ефекту. Тому для цього найчастіше використовують коагуляцію за допомогою сірчаноокислого алюмінію (глинозем). Коагулянт зв'язується з солями кальцію і магнію, утворюючи гідрат оксиду алюмінію, який у вигляді пластівців осідає на дно. Після коагуляції воду фільтрують.

Знезараження води спрямоване на знищення у ній мікроорганізмів. Для цього воду переварюють, хлорують, озонують, обробляють ультрафіолетовим промінням тощо. При переварюванні води протягом 5—10 хв гинуть майже всі мікроби, але цим способом не можна знезаражувати велику кількість води. Хлорування води — найбільш поширений спосіб її знезараження. Він ефективний, простий і економічний. На водопровідних станціях та у плавальних басейнах воду хлорують газоподібним хлором за допомогою спеціальних приладів — хлораторів, що здатні забезпечити необхідне дозування та безперервне подання хлору. При попаданні у воду хлор утворює хлорноватисту кислоту, що швидко розкладається на вільний хлор та кисень, які згубно діють на мікроби, причому хлор тут відіграє головну роль. При хлоруванні води на знищення мікробів йде незначна частка хлору, а решта зв'язується із завислими у воді частками, вступає у реакцію з органічними речовинами та йде на окислення неорганічних. Все це визначає хлоропоглинальність води. Вона тим вище, чим більше у воді домішок.

При введенні у воду хлору кількість, якого перевищує її хлоропоглинальність, утворюється залишковий хлор. Необхідну для

зnezараження води кількість хлору, називають хлоропотребою води. Згідно з державним стандартом на питну воду, оптимальною дозою хлору є така, яка при контактi з водою протягом 30 хв забезпечує вміст у ній 0,3—0,5 мг·л<sup>-1</sup> залишкового хлору. Така концентрація залишкового хлору у воді свідчить про надійне зnezараження її, нешкідлива для здоров'я і не погіршує органоліптичних якостей. Озонування води здійснюється за допомогою озону, який пропускають через неї. При цьому озон розкладається до атомарного кисню ( $O_3 \rightarrow O_2 + O$ ), що згубно діє на мікроорганізми. Крім того, озон покращує фізичні якості води. З гігієнічної точки зору, озонування є одним з кращих методів зnezараження води. При цьому зменшується забарвленість води, зникають зайві запахи та присмаки, вода набуває приємного блакитного відтінку і сприймається як джерельна. Доза озону, необхідна для зnezараження води, становить 0,5—6 мг·л<sup>-1</sup>, тривалість озонування — 3-5 хв. Зnezараження води ультрафіолетовими променями здійснюють у спеціальних бактерицидних установках, де вода (тонким шаром) протікає між штучними джерелами ультрафіолетової радіації.

Найефективнішими виявилися промені з довжиною хвилі 250—260 нм, які здатні проникати через 25-сантиметровий шар прозорої води. Разом з тим каламутність і особливо забарвленість та вміст заліза зменшують проникність води для бактерицидних променів. Очищення та зnezараження води у польових умовах має певні особливості. Для цього використовують коагулянти (сірчаноокислий алюміній) та прості фільтри. Найчастіше воду переварюють або хлорують хлорним вапном, якість якого залежить від вмісту в ньому активного хлору, тобто хлору, що справляє зnezаражуючу дію. Вміст активного хлору має бути не менший за 15 %. Для цього вапно зберігають у закритій ємкості, у сухому прохолодному й темному місці. Хлорування води у польових умовах може здійснюватись нормальними дозами (якщо раніше вода була очищеною) та підвищеними дозами, тобто перехлоруванням (якщо є підозра на значне її забруднення). Для хлорування нормальними дозами потрібна така кількість вапна, щоб залишковий хлор становив 0,3—0,5 мг·л<sup>-1</sup> за 30 хв контакту води з хлором улітку і за 1—2 год узимку. При перехлоруванні доза хлору береться великою — 8—20 мг активного хлору на 1 л води. Для усунення залишкового хлору додають гіпосульфiт і воду фільтрують. Для зnezараження води у колодязях та криницях хлорування здійснюють за допомогою дозуючого патрону, виготовленого з пористої кераміки. Усередину патрону насипають 150—600 г хлорного вапна, наливають 100—300 мл води і перемішують до утворення однорідної суміші. Після цього патрон закорковують і опускають у колодязь на 20—50 см від дна. Розчин хлорного вапна через пори патрона надходить у воду і для захисту джерел водопостачання навколо них створюють санітарко-захисні смуги (зони). Перша смуга, або зона суворого режиму — це

ділянка джерела водозабору, та територія, де розташовані основні споруди водопроводу; насосні станції, водоочисні споруди, резервуари чистої води. Цю територію огорожують та охороняють. Проживання там неприпустиме. У службових приміщеннях слід дотримуватися чистоти, персонал повинен регулярно обстежуватись на бацілоносійство та дотримуватись правил особистої гігієни.

Режим першої смуги спрямований на те, щоб не допустити випадкового або зловмисного забруднення води у найбільш важливих ділянках водопроводу. Друга смуга, або зона обмеження, це територія вища за течією від місця забору води (на великих річках — до 20—30 км, на середніх — до 30—60 км). На малих річках зона обмеження включає увесь басейн річки. У другій смузі санітарної охорони забороняється або різко обмежується випуск побутових та промислових стічних вод, купання, напування худоби, прання білизни.

Територію, суміжну з зоною обмеження, називають третьою смугою або зоною спостереження, у ній ведуть спостереження за рівнем захворюваності населення.

### **Питання для самоконтролю:**

1. Скільки води за добу споживає людина?
2. Яка потреба у воді на душу населення становить в сучасних містах?
3. Яким гігієнічним вимогам згідно з державним стандартом має відповідати питна вода?
4. Чим характеризуються органоліптичні властивості води?
5. Які основні джерела водопостачання?
6. Яких гігієнічних вимог слід дотримуватися, щоб запобігти забрудненню підземних вод при експлуатації водозаборів?
7. Від чого залежить швидкість самоочищення водних об'єктів?
8. На що спрямоване очищення та знезараження води?