

## Лекція 2

### План:

1. Властивості і функції води.
2. Джерела забруднення гідросфери.
3. Кругообіг води в природі.
4. Самоочищення води.

**1. Фізичні властивості води.** Чиста вода – безбарвна прозора рідина, *без запаху і смаку*. При 0 °С вона замерзає і перетворюється в *лід*, а при 100 °С і нормальному *атмосферному тиску кипить*, перетворюючись у пару. У газоподібному стані вода існує і при нижчій *температурі*, навіть нижче 0 °С. тому лід і сніг теж поступово випаровується. У рідкому стані практично не стискається, у замерзлому стані розширюється на 1/11 від свого об'єму.

Найбільшу густину вода має при +4 °С. Маса 1 см<sup>3</sup> чистої води при цій температурі прийняли за одиницю і назвали *грамом* (сучасне визначення грама основане на точнішому *еталоні*). На відміну від інших рідин вода при охолодженні від +4 до 0 °С *розширюється*. Тому лід легший від води (на 8%) і не тоне в ній. Завдяки цьому, а також малій *теплопровідності* шар льоду захищає глибокі *водойми* від промерзання до дна і цим забезпечується у них *життя*.

Вода характеризується великою *питомою теплоємністю*, що дорівнює за означенням *калорії* 1 кал/г-град. Завдяки цьому температура океанів і морів змінюється досить повільно і цим регулює температуру *земної кори*. Цим пояснюється також те, що *клімат* на *островах* рівномірніший, ніж на *материках*.

Фізичні властивості води великою мірою зумовлені тим, що молекула води має значний дипольний момент (1,8444 Дебая). Завдяки цьому молекули води сильно взаємодіють між собою, що приводить до конденсації при доволі високій температурі. Так, наприклад, набагато важчі молекули кисню і вуглекислого газу при цих температурах конденсованої фази не утворюють. Легкі атоми водню

утворюють водневі зв'язки між різними молекулами, зумовлюючи складну взаємозв'язану структуру рідини.

**Прозорість води.** Прозорість води залежить від товщини шару, через яку проходить світло, від кольоровості й мутності води, тобто від вмісту в ній різних барвистих завислих мінеральних і органічних речовин.

Мірою прозорості служить висота стовпа води, при якій можна спостерігати білий диск-прозоромір певних розмірів, що його занурюють у воду, або розрізняти на білому папері стандартний шрифт певного розміру й типу. Результати виражаються в сантиметрах із називанням способу вимірювання.

За ступенем прозорості води поділяють на:

- прозорі;
- слабо прозорі;
- слабо каламутні;
- каламутні;
- сильно каламутні.

**2. Функції гідросфери.** Вода у природі та житті людини має надзвичайно важливе значення. Перш за все, вона є основною складовою усіх живих організмів, використовується ними для забезпечення обмінних процесів, а людині також необхідна і для задоволення побутових потреб. Для значної кількості організмів вода є середовищем життя. Являючи собою універсальний розчинник, вода виконує колосальну геохімічну роль, транспортує різноманітні речовини у розчиненому та завислому стані, сприяє утворенню осадових порід. Вода утворює хмари, рідкі та тверді опади, льодовики і сніговий покрив; завдяки високій теплоємності вода великих водойм вирівнює річні й добові зміни  $t$  °С; при переміщенні великих мас води нагріваються та охолоджуються значні території.

Рухома вода використовується людством як джерело енергії та засіб пасивного транспорту (сплав); різноманітні водні об'єкти служать для судноплавства, рибальства. Запаси розчинених у воді речовин є перспективним джерелом промислового видобутку хімічних елементів і сполук. Без води неможливе здійснення багатьох технологічних процесів та ведення сільського господарства. Багато водних джерел і об'єктів мають лікувальне та рекреаційне значення.

Перерозподіл, зменшення чи зміни якості води та особливостей водних об'єктів неминуче призводить до істотних порушень у природних процесах, негативно впливають на живу природу та людину. Ось чому водні ресурси Землі потребують суворої охорони як в якісному, так і в кількісному відношенні.

**Джерела забруднення гідросфери.** Розвиток цивілізації – це, крім іншого, історія швидкого споживання води промисловістю, енергетикою, сільським господарством. Людство щорічно витрачає 3000 км<sup>3</sup> води і потреба у воді зростає щорічно на 3,1%. Глобальною екологічною проблемою сучасності стає забруднення і виснаження водних ресурсів.

Велика частина води в результаті водоспоживання безповоротно втрачається. Щорічно безповоротне водопостачання становить близько 150 км<sup>3</sup>, тобто 1% стійкого стоку прісних вод.

Розрізняють первинне і вторинне забруднення водойм. Первинне – пов'язане з надходженнями до акваторії відходів господарської діяльності. Вторинним – що розвивається внаслідок біохімічних порушень у життєдіяльності живих організмів морів та прісних вод.

Усі галузі господарства по відношенню до водних ресурсів поділяють на дві групи:

- **водоспоживачі** – забирають воду з джерела, використовують її для виробництва продукції або для задоволення побутових потреб і знову повертають у довкілля, але вже в іншому місці, в меншій кількості та з іншими якісними характеристиками;
- **водокористувачі** – воду з джерела не забирають, а використовують її як середовище (водний транспорт, рибальство), або як джерело енергії (ГЕС).

Основним видом забруднення гідросфери є теплове забруднення, яке спричинене спуском у водойми теплих вод різних енергетичних установок. Величезна кількість тепла, що надходить з нагрітими водами в річки й озера, істотно змінює їх термічний і біологічний режими. Серед теплових забруднювачів перше місце займають АЕС.

Основними *джерелами забруднення і засмічення* водою є:

- стічні води промислових і комунальних підприємств;
- відходи під час розробок рудних і нерудних копалин;
- види рудників, шахт, нафтопромислів;
- відходи деревини при заготівлі, обробці, сплаві лісоматеріалів;
- зливи-викиди водного, залізничного та автомобільного транспорту;
- зростаюче забруднення поверхнево-активними речовинами.

Найбільшими забрудниками поверхневих вод є великі целюлозно-паперові, хімічні, нафтопереробні, харчові й текстильні підприємства, гірничорудні і металургійні комбінати, а також сільськогосподарське виробництво.

Величезний об'єм забруднень заноситься у водні джерела з поверхневим і зливовим стоком з територій смітників, сільськогосподарських угідь, що значно впливає на сезонне погіршення якості питної води. Розкладання великої кількості органічних добрив у водоймах, що надійшли зі стічними водами, викликає дефіцит кисню і накопичення сірководню, посилення розмноження ціанобактерій і синьо-зелених водоростей, що в свою чергу викликає масові замори водних організмів, особливо промислових видів риби.

Теплове забруднення викликається викиданням підігрітих вод від АЕС і ТЕС. Тепла вода змінює термічний і біологічний режим водою і негативно впливає на гідробіонтів.

Країни, які мають вихід до моря, часто здійснюють морське поховання матеріалів і речовин (дампінг).

Особливу небезпеку становить поховання радіоактивних відходів у море. Сумарний об'єм твердих радіоактивних поховань, проведених у колишньому СРСР (далекосхідні і північні моря) складає 53376 м<sup>3</sup> з активністю 21614 Кюрі. Таким чином, російські моря становлять потенційну небезпеку навіть й для майбутніх поколінь.

Сільське господарство – одне з найбільших споживачів і одночасно забруднювачів природних вод, через використання міндобрив, пестицидів та інших хімікатів, створення великих тваринницьких комплексів, зрошування земель.

Щорічно лише азотних добрив вноситься в ґрунт 50 млн. т. сполуки азоту і нітратні іони належать до мутагенних речовин, які призводять до генетичних захворювань.

Зростаючу небезпеку створюють миючі синтетичні засоби, які потрапляють у водоймища і навіть у незначній кількості викликають неприємний смак і запах води, утворюють піну, що утруднює доступ кисню та веде до загибелі водних організмів.

Забруднення зазнають не тільки поверхневі води, але й підземні, перш за все ґрунтові та підґрунтові води першого від поверхні водоносного горизонту, які становлять зону активного водообміну.

Нафтове забруднення найбільш небезпечно для зоопланктону. Щорічно у води Світового океану потрапляє 12 – 15 млн.т нафти. Кожна тонна вкриває тонкою плівкою  $\approx 12 \text{ км}^2$  водної поверхні і забруднює близько мільйона тон морської води.

**3. Кругообіг води в природі.** *Кругообігом* називається процес переходу води з одного стану в інший. Кругообіг води – один з найважливіших природних процесів на Землі. У процесі кругообігу води по земній кулі переноситься мільйони тонн твердих частинок та біологічних решток. Цей процес також впливає на клімат Землі. Під час проходження цього процесу вода в природі очищується (дистиляція).

Кругообіг буває великий та малий.

**Великий:** океан→атмосфера→суша→океан.

**Малий:** океан→атмосфера→океан.

Вода, як і повітря – основний компонент, необхідний для життя. В кількісному співвідношенні це найбільш розповсюджена неорганічна складова живої матерії. Насіння рослин, в яких вміст води не перевищує 10%, відноситься до форм уповільненого життя. Таке ж явище (ангідробіоз) спостерігається у деяких видів тварин, які при несприятливих зовнішніх умовах можуть втрачати велику частину води в своїх тканинах. Вода в трьох агрегатних станах присутня в

усіх складових біосфери: атмосфері, гідросфері та літосфері. Якщо воду, яка знаходиться в різних гідрогеологічних формах, рівномірно розподілити по відповідним областям земної кулі, то утворяться шари такої товщини: для Світового океану 2700 м, для льодовиків 100 м, для підземних вод 15 м, для поверхневих прісних вод 0,4 м, для атмосферної вологи 0,03 м. Основну роль в циркуляції та біогеохімічному кругообігу води відіграє атмосферна волога, незважаючи на відносно малу товщину її шару. Атмосферна волога розподілена по Землі нерівномірно, що обумовлює великі розбіжності в кількості опадів в різних районах біосфери. Середній вміст водяні пари в атмосфері змінюється в залежності від географічної широти. Наприклад, на Північному полюсі воно рівно 2,5 мм (в стовпі повітря із поперечним перетином 1 см<sup>2</sup>), на екваторі - 45 мм. Вода, яка випала на сушу, після цього витрачається на просочування (або інфільтрацію), випаровування та сток. Просочування особливо важливе для наземних екосистем, бо сприяє постачанню ґрунтів водою. В процесі інфільтрації вода надходить у водоносні горизонти та підземні ріки. Випаровування з поверхні ґрунту також відіграє важливу роль у водному режимі місцевості, але більш значну кількість води виділяють самі рослини своїм листям. Причому кількість води, що виділяється рослинами, тим більша, чим краще вони нею постачаються. Рослини, що виробляють одну тону рослинної маси, поглинають як мінімум 100 т води. Головну роль в кругообігу води на континентах відіграє сумарне випаровування (дерева і ґрунт). Остання складова кругообігу води на суші – сток. Поверхневий сток та ресурси підземних водоносних шарів забезпечують живлення водних потоків. Разом з тим при зменшенні щільності рослинного покриву сток стає основною причиною ерозії ґрунту. Як вже відмічалось, вода бере участь і в біологічному циклі, являючись джерелом кисню та вуглецю. Однак фотоліз її при фотосинтезі не відіграє суттєвої ролі в процесі кругообігу.

**4. Самоочищення води.** Самоочищенням води називається сукупність взаємозалежних гідродинамічних, фізико-хімічних, мікробіологічних і гідробіологічних процесів, що призводять до відновлення первісного стану водного об'єкта.

У стічних водах більшості промислових підприємств містяться забруднюючі речовини, тому їхній спуск у міську водовідвідну мережу не рекомендується. Усі стічні води, що випускаються у водовідвідну мережу, не повинні порушувати роботу мереж і споруд. Керівники підприємств зобов'язані стежити за тим, щоб води не руйнували матеріал труб і елементи очисних споруд. Також води не можуть містити більше 500 мг/л завислих і спливаючих речовин. Вони не повинні містити речовини, здатні засмічувати мережі або відкладатися на стінках труб; містити горючі домішки і розчинені газоподібні речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні суміші; містити шкідливі речовини, що перешкоджають біологічному очищенню стічних вод або скиданню у водойму. Не рекомендується температура, вища за 40 °С.

Стічні води, які є відходами виробництва і не задовольняють ці вимоги, необхідно попередньо очищати. І тільки після цього їх можна скидати в міську водовідвідну мережу.

Водоймам властиве самоочищення. Але їх здатності до самоочищення не безмежні, тому викид стічних (побутових, промислових) вод повинен бути організованим таким чином, щоб не перевищувати ці можливості. Основними природними факторами, які впливають на самоочищення водоймищ є:

- фізико-гідрологічні, які забезпечують перенесення, зміщення, розбавлення та розсіяння забруднень;
- гідробіологічні, які обумовлюють процеси біохімічного окислення, відмирання бактерій стічних вод, участь планктону, бактерій і водоростей в очищенні вод від забруднюючих домішків;
- гідрохімічні, які зумовлюють розпад, руйнування та перетворення речовин. Процес самоочищення протікає таким чином: відбувається турбулентне

перемішування стоків з водами під дією течій та зниження їх концентрації (початкове розбавлення). Інтенсивність процесу початкового розбавлення зростає по мірі підйому "хмари" стічних вод внаслідок посилення течій при віддаленні від дна. Після того, як в результаті перемішування стоків з водою їх густина зрівнюється з густиною навколишніх вод, піднімання припиняється і починається інтенсивне перемішування й розсіювання "хмари" стоків течіями (горизонтальне перемішування). Одночасно з процесами початкового і горизонтального розбавлення стоків діють гідробіологічні та гідрохімічні фактори.

При достатньому заглибленні випускного отвору стоки не піднімаються на поверхню і залишаються затопленими на деякій глибині, де вони і переробляються.

Для забезпечення високої ефективності самоочищення стічних вод необхідно, при проектуванні випуску, максимально використовувати гідрофізичні фактори, найважливішими з яких є такі:

1. Щільнісна стратифікація верхнього 100-метрового шару моря, яка при вірному виборі глибини випуску затримує стічні води на деякій проміжній глибині, не дозволяючи їм підніматись на поверхню.

2. Існування течій з яскраво вираженим вздовжбереговим перенесенням вод, які сприяють інтенсифікації процесів горизонтального перемішування й дифузії по мірі віддалення від берега внаслідок збільшення швидкості течій.

3. Рух антициклонних вихорів. Їх вплив на екологічну ситуацію може бути пояснений таким чином. Під час проходження фронтальної частини вихору орбітальний рух напрямлений до берега і частина води разом із забрудненням може проникати в бухти чи заплави, погіршуючи екологічний стан. Під час проходження задньої частини вихору під дією орбітального руху повинен відбуватись відтік вод від берега і з бухт, очищаючих їх. Але ймовірність нормальних потоків до берега (й від нього) невелика (вона в 6 – 8 разів менша ймовірності вздовж берегових потоків). Тому інше, мабуть, більш важливе



екологічне значення антициклонічних вихорів у властивості їх конвергенції. Це означає, що в центрах вихорів повинні накопичуватись змулені та розчинені забруднення і разом з низхідними рухами заглиблюватись і перероблятися в товщі вод.

4. Точне значення антициклонічних вихорів у властивості їх конвергенції Це означає, що в центрах вихорів повинні накопичуватись змулені та розчинені забруднення і разом з низхідними рухами заглиблюватись і перероблятися в товщі вод.

5. Наявність великої кількості розчиненого кисню у верхній товщі вод, котрий прискорює біохімічні процеси та окислення нестійкої органічної речовини стічних вод (бактерицидні властивості морської води сприяють швидкому відмиранню чужорідних бактерій стічних вод).

6. Інтенсивний розвиток фіто- та зоопланктону у верхньому шарі водоймищ, які вилучають біогенні елементи із стічних вод, очищуючи їх.

Природна вода ніколи не буває цілковито чистою. У ній завжди містяться розчинені речовини, а інколи й нерозчинні домішки. Найчистішою є дощова і снігова вода. Але й дощова вода містить близько 0,003% розчинених *мінеральних речовин*, які перебувають в повітрі у вигляді *пилу* і вимиваються дощем.

Падаючи на землю, дощова і снігова вода частково стікає в річки, а частково просочується у ґрунт і утворює так звані *підземні води*. Попутно вона розчиняє різні речовини. Річкові води містять близько 0,05% розчинених речовин, а підземні (джерельна, колодязна тощо) – до 0,1% і більше.

Усі природні води, що містять до 0,1% розчинених солей, називають прісними. Коли розчинених речовин більше від 0,1%, воду називають солоною.

Найсолонішою є *морська вода*. В ній міститься до 3 – 4% розчинених речовин. Наявність у морській воді дуже великої кількості розчинених солей робить її непридатною ані для *вжитку*, ані для господарсько-побутових, ані для промислових потреб.