

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Даус М. С., Отченаш Н. Д.

**ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВОДНОГО
ГОСПОДАРСТВА, РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ТА
ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ**

Конспект лекцій

ББК 28.081
К 61
УДК 504.4.062.2

Друкується за рішенням Вченої ради Одеського державного екологічного університету (протокол № ____ від ____ 2018 р.

Даус М. Є., Отченаш Н. Д.

Гідроекологічні основи водного господарства, раціональне використання та охорона водних ресурсів: конспект лекцій – : « », 2018. – 193с.

В конспекті лекцій розглядаються питання, які відносяться до водних ресурсів в умовах, коли масштаби водокористування здійснюють значний вплив на кількісні і якісні показники води річок – основного джерела водопостачання для забезпечення життєдіяльності людини. Приведена інформація про ресурси води як у світі, так і в Україні, а також про особливості використання води у різних галузях господарської діяльності. Облік та планування використання водних ресурсів, прогнозування у водному господарстві, формування та функціонування водогосподарських комплексів і систем - це теми, які розглянуті досить детально. Теж відноситься і до проблем охорони та відтворення водних ресурсів.

Конспект лекцій використовується для студентів очної та заочної форми навчання.

ЗМІСТ

ВСТУП		6
1	ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ГІДРОЕКОЛОГІЇ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА	7
	1.1 Водні ресурси і проблема водозабезпеченості	7
	1.2 Водні ресурси і водний баланс України	15
	1.3 Принципи і види використання охорони водних ресурсів	21
	1.4 Класифікації природних вод	25
	1.5 Основні показники якості води	29
	1.6 Основні користувачі водних ресурсів	30
	1.6.1 Комунальне господарство	32
	1.6.2 Промисловість	36
	1.6.3 Енергетика	44
	1.6.4 Сільське господарство	48
	1.6.5 Рибне господарство	52
	1.6.6 Водний транспорт	55
	1.6.7 Оздоровлення, туризм і спорт	57
	Питання для самоперевірки	59
2	ГАЛУЗЕВЕ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ	60
	2.1 Загальні питання водопостачання та водовідведення	60
	2.1.1 Загальні питання водопостачання	60
	2.1.2 Загальні питання водовідведення	68
	2.2 Розбавлення, самоочищення і очищення стічних вод	74
	2.2.1 Розбавлення та самоочищення стічних вод	74
	2.2.2 Очищення стічних вод	80
	2.2.2.1 Механічне очищення стічних вод	85
	2.2.2.2 Фізичне очищення стічних вод	88
	2.2.2.3 Фізико-механічне очищення стічних вод	91
	2.2.2.4 Хімічне очищення стічних вод	94
	2.2.2.5 Фізико-хімічне очищення стічних вод	98
	2.2.2.6 Біологічні та біохімічні методи очищення стічних вод	103

		2.2.2.7 Утилізація осадів біохімічного очищення стічних вод	109
		2.2.3 Врахування екологічних аспектів при проектуванні та експлуатації водоохоронних заходів	110
		2.2.3.1 Розробка документації на стадії наукової еколого-експертної оцінки ситуації (вплив об'єкту експертизи на водне середовище)	110
		2.2.3.2 Методи підвищення ефективності роботи водоохоронних заходів	118
	2.3	Управління водними ресурсами	120
	2.4	Підходи до водогосподарського районування (реалізація)	123
		2.4.1 Водогосподарські райони на території України	124
		2.4.2 Використання водних ресурсів малих річок	125
		2.4.3 Використання малих річок	128
	2.5	Схеми комплексного використання та охорони водних ресурсів	129
		2.5.1 Водний кадастр	129
		2.5.2 Водогосподарські баланси	132
		2.5.3 Схеми комплексного використання й охорони водних ресурсів	135
	2.6	Державне планування раціонального використання та охорони водних ресурсів	137
		Питання для самоперевірки	138
3.		ПЛАНОВО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	140
	3.1	Поняття про водогосподарські комплекси, системи і водне господарство	140
	3.2	Формування та значення водогосподарських структур	144
	3.3	Комплексні гідровузли	146
	3.4	Водосховища, їх значення в використанні водних ресурсів	148
	3.5	Канали та їх значення в комплексному використанні водних ресурсів	151
	3.6	Вплив гідротехнічних споруд на довкілля	154
		Питання для самоперевірки	157

4.	ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ	158
	4.1 Основні причини змін якості водних ресурсів	158
	4.2 Заходи для збереження водних ресурсів.	162
	4.3 Боротьба зі шкідливою дією вод	167
	4.4 Відтворення водних ресурсів	172
	4.5 Державне управління та контроль використання і охорони вод.	176
	4.6 Управління водними ресурсами в умовах введення басейнового принципу	182
	РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	190

ВСТУП

За останні десятиліття змінилося ставлення до води як до природного ресурсу. Попередня впевненість у їх необмеженості змінилася занепокоєнням за їх кількість і якість, що зумовлено збільшенням використання води, виникненням дефіциту її у багатьох районах і різким погіршенням якості води. Крім того, водні об'єкти водночас є і колекторами для скидання стічних вод. Різне збільшення використання води триватиме і в майбутньому, тому ця тенденція може бути орієнтиром в питаннях їх охорони і відтворення. Вони є предметом уваги чисельних наукових, проектних та господарських установ, фахівців різних профілів.

В Україні питаннями вивчення, обліку, планування раціонального використання водних ресурсів, охорони поверхневих і підземних вод від забруднення і виснаження, транспортування їх до місць призначення займаються окремі ланки (підрозділи) водогосподарського комплексу, серед яких і водне господарство, яке охоплює господарсько-побутове водопостачання, водопостачання промислових підприємств, теплових і атомних електростанцій, використання води сільським господарством (водопостачання, зрошення і обводнення, осушення земельних угідь), гідроенергетикою, водним транспортом, для лісосплаву, риборозведення, в спортивно-оздоровчих цілях. Водне господарство включає також заходи, спрямовані на боротьбу з руйнівною дією водної стихії (повеннями, селями, затопленням тощо).

Водне господарство України на сучасному етапі характеризується подальшою інтеграцією, посиленням впливу на розміщення та розвиток продуктивних сил окремих регіонів і зростанням значення води як однієї з основ господарства країни в цілому.

В Україні вже побудовано та будується багато різних гідротехнічних споруд і водогосподарських систем, проводяться роботи з меліорації земель, територіального перерозподілу, внутрішнього і сезонного регулювання стоку, попередження шкідливої дії вод, а також інші водогосподарські заходи.

Негативні прояви водогосподарської діяльності на стан навколишнього середовища, особливо здоров'я людини, вивчається в такому напрямі екологічної науки як гідроекологія. Тому питання, які розглядаються в даному конспекті лекцій є дуже важливими для майбутніх гідроекологів.

1 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ГІДРОЕКОЛОГІЇ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА

1.1 Водні ресурси і проблема водозабезпеченості

Під поняттям «водні ресурси» в самому широкому тлумаченні розуміють *усі води нашої планети*, тобто води поверхневого й підземного стоку, ґрунтові та підземні води, води гірських і полярних льодовиків, морські й океанічні води, атмосферні води та води штучних водних об'єктів.

Відповідно до потреб матеріального виробництва під *водними ресурсами слід розуміти придатні до використання запаси поверхневих і підземних вод певної території* (води річок, озер, водосховищ, льодовиків, ґрунтові й підземні води).

Враховуючи ступінь використання різних видів вод, під *водними ресурсами великих територій і держав розуміють тільки величину середнього річного стоку річок*, а в межах окремих регіонів і економічних районів можуть враховуватися також запаси підземних, озерних та інших видів вод.

Поняття «водні ресурси» по С. Л. Вендрову (1970) не можна розглядати як синонім суми природних вод, бо воно містить соціально-історичне розуміння, і його зміст пов'язаний з рівнем розвитку людського суспільства.

Кам'яний вік - водні ресурси складали води струмків, річок, озер і ті ґрунтові води, які виходили на земну поверхню, чи мають не важкий доступ до їх використання;

Сучасний вік - досягнення науки і техніки дають можливість для отримання прісної води використовувати навіть морську, тобто запаси солоних морських вод якоюсь мірою можна віднести до категорії регіональних водних ресурсів;

Майбутні віки - до водних ресурсів відійдуть природні води в усіх агрегатних станах, на всій планеті, на всіх її глибинах, а можливо, і за її межами. Ресурсами майбутнього розглядають води Світового океану і льодовиків, вивчення та освоєння яких тільки розпочинається.

Окрім кількісних характеристик водних ресурсів, дуже важливо враховувати і такі властивості, як нерівномірність їх розподілу по території, часові коливання водності, кількість наносів, хімічний склад води, льодовий режим та інші.

Основною причиною нерівномірного розподілу водних ресурсів по території є *географічна зональність*, яка характерна для рівнинних територій, а у гірських районах - *висотна поясність*. Таке явище треба враховувати при розміщенні галузей народного господарства. В необхідних і економічно виправданих випадках воду перекидають із багатих на неї районів у ті, де

місцевих водних ресурсів недостатньо.

Нерівномірність розподілу водних ресурсів у часі також є важливим фактором можливого їх використання. Особливо це стосується річкового паводкового стоку і ґрунтової вологи, які мають найбільші коливання. Стійкішим є підземний стік, який не тільки дає уявлення про ресурси стійкого річкового стоку, а й приблизно характеризує також відновлювальні запаси підземних вод. Поверхневий же стік у деяких випадках можна використовувати тільки після штучного регулювання за допомогою водосховищ або меліоративними заходами.

З урахуванням *сезонних і багаторічних* коливань при плануванні використання водних ресурсів прийнято орієнтуватися на стік маловодного року (95% або іншої забезпеченості) для гарантованого використання річкового стоку. Повністю усунути такий недолік вдається лише з використанням багаторічного регулювання стоку за допомогою водосховищ великого об'єму.

Дуже велику мінливість мають ресурси ґрунтової вологи, особливо в степовій, лісостеповій і частково лісовій зонах.

Заходи щодо перетворення ресурсів ґрунтової вологи задля підвищення продуктивності землеробства мають певний вплив на режим і об'єм річкового стоку.

По М.І. Львовичу, поглиблена оранка збільшує ресурси ґрунтової вологи в південних районах приблизно на 10 км³. Відповідне зниження річкового стоку, в основному зменшується за рахунок весняного водопілля.

Якість води пов'язана з кількістю наносів і розчинних речовин. При використанні води її доводиться відстоювати. Значна кількість наносів часто завдає великої шкоди водогосподарським об'єктам — замулюються канали, стави й водосховища, погіршуються фізичні властивості зрошуваних земель.

Різноманітнішими за хімічним складом є підземні води.

Льодовий режим річок і озер не тільки припиняє на деякий час судноплавство, а й консервує значну кількість води в зимовий період. Донний лід, зажери і затори значно перешкоджають експлуатації гідротехнічних споруд (ГЕС, водозаборів, мостів тощо).

За походженням і місцем розташування водні ресурси поділяють на місцеві, регіональні та глобальні, а за належністю — на національні, міждержавні та загальні.

- *Місцевими поверхневими водними ресурсами* вважають води, які формуються безпосередньо на даній місцевості (адміністративної області, групи областей або економічного району). До місцевих водних ресурсів належать і води, перекинуті (каналами та водоводами) з інших річок.

- *До регіональних поверхневих водних ресурсів* належать транзитні води великих і середніх річок (води Дніпра, Дністра, Десни, Прип'яті та інших річок). Широке регулювання річкового стоку роблять поділ водних ресурсів на місцеві й регіональні дуже умовним.

- *Глобальні водні ресурси* або, враховуючи поділ за національною

належністю, *загальні* — це води, які акумульовані у льодах Арктики й Антарктики, води відкритих морів і океанів.

- *Національні водні ресурси* — це середньорічний стік річок із територій інших держав, а також запаси поверхневих і підземних вод на цих територіях.

- *Міждержавні водні ресурси* — це водні ресурси річок, які течуть по територіях декількох держав або формують стік у їхніх межах (Дунай, Дніпро, Дністер та ін.). Міждержавними часто бувають підземні води артезіанських басейнів, що залягають у межах кількох країн.

За важливістю для господарського використання водні ресурси поділяються на дві категорії:

- *природні або потенціальні ресурси* — це поверхневі та підземні води, формування яких зумовлюється природними процесами;

- *експлуатаційні ресурси* — це об'єм води, який можна забрати за одиницю часу із поверхневих водотоків і підземних горизонтів у певному районі без зниження продуктивності водозабору й якості води протягом періоду експлуатації.

У зв'язку з тим, що в процесі вологообігу водні ресурси безперервно відновлюються, вони належать до групи *невичерпних природних ресурсів*. Проте будучи невичерпними в планетарному масштабі, вони мають розглядатися як *вичерпний і відновлюваний ресурс* у межах окремих регіонів.

Усі водні об'єкти як фізико-географічні одиниці складають єдиний *державний водний фонд*. До нього належать річки, озера, водосховища й інші поверхневі водойми та водні джерела, а також води каналів і ставів, підземні води й льодовики, внутрішні морські води, територіальні води (територіальне море) держави.

Водний фонд — це не маса води, яка вимірюється в літрах, кубометрах або кубокілометрах (як водні ресурси), а є сукупність якісно різних водних об'єктів.

Надзвичайно широке використання води людиною перш за все тому, що вона є продуктом безпосереднього споживання, й у великій кількості витрачається на культурно-побутові потреби. Як носій тепла вода використовується для обігрівання житлових приміщень, виробничих, навчальних, адміністративних та інших будівель. Не менш важливе її значення для відпочинку, туризму, спорту, лікування населення.

У промисловому і сільськогосподарському виробництвах вода використовується для різних потреб. Вона є складовою частиною продукції, що виробляється, розчинником, засобом обробки та транспортування сировини, охолоджувачем нагрітих агрегатів і механізмів. Важливе значення має вода в технології виробництва електроенергії й у функціонуванні водного транспорту.

Вода — це один із природних ресурсів, без якого неможливе життя і діяльність людини. Суттєвою відмінністю води є, передусім, властивість безперервно відновлюватись внаслідок кругообігу, головним чином між океаном і сушею.

Важливою особливістю води є також її здатність до кількісного й якісного збереження. Скільки б разів не використовувалась вода людиною для життя і виробничої діяльності, кількість її на Землі від цього не зменшується, а з часом відновлюється її якість і придатність для нового використання.

Саме через властивість води до самовідновлення і самоочищення ресурси її тривалий час здавалися невичерпними. Але в даний час погляд на водні ресурси докорінно змінився. *Вода із необмеженого дару природи, яким вона уявлялася нещодавно, перетворилася на фактор економічного розвитку людського суспільства.*

Зростання виробництва збільшує потреби у воді в деяких розвинутих країнах до їх відновлювальних об'ємів або перевищує їх. Це в свою чергу сприяє швидкому забрудненню природних вод в результаті скидання неочищених або погано очищених промислових, сільськогосподарських і комунальних стоків у річки та водойми.

Існує багато прогнозів, в яких передрікають неминучість водної кризи та водного «голоду». Їх надійність можна уявити, якщо розглянути причини, загострення водної проблеми, які поділяють на дві групи:

- природні, або об'єктивні;
- антропогенні, або суб'єктивні.

Найбільша кількість води зосереджена у Світовому океані (1338 млн. км³), але через солоність не може використовуватися без спеціальної обробки (опріснення) для водопостачання й інших потреб.

На частку прісних вод гідросфери припадає всього 2,53 %. Їх більша частина малодоступна для використання, тому об'єм доступних для використання прісних вод дуже невеликий.

Ресурси річкового стоку складаються із двох частин: *підземної* (стійкої) та *поверхневої* (водопільно-паводкової). Найбільшу цінність мають ресурси стійкого стоку (води підземних горизонтів, озер і водосховищ). Менш цінним є поверхневий стік (водопільні та паводкові води), який потребує регулювання.

Стосовно водних ресурсів всі види господарської діяльності можна розділити на дві групи:

1) заходи, здійснювані безпосередньо на річках і водоймах (створення ставків і водосховищ зведення гребель, перекидання стоку з одного річкового басейну в інший та ін.).

2) заходи в межах річкового басейну (вирубка, насадка лісів, осушування боліт, підйом цілини, застосування мінеральних і органічних добрив та ін.). Ускладнює проблему водозабезпечення дуже нерівномірний розподіл водних ресурсів на поверхні суші і в часі. При цьому у районах розвинутого господарства, як правило, водних ресурсів не вистачає. З врахуванням часової змінюваності річкового стоку, планування його використання, орієнтуються на стік розрахункової (гарантованої)

забезпеченості.

Найсильніше на кількісні характеристики водних ресурсів, як правило, впливають заходи першої групи, а на якісні характеристики - заходи другої групи.

Якщо в давні часи людина витрачала на себе від 12 до 18 л води на добу, то в XIX ст. у країнах з розвинутою промисловістю ця кількість зросла до 40...60, а в XX ст. — до 200...300 л і більше. Фізіологічна потреби людини складає 2,5...3,0 л, решта ж витрачається на господарсько-побутові потреби.

У промисловості, наприклад, для виробництва 1 т чавуну необхідно 150...200 м³ води, з якої 8...17 м³ становлять необоротні втрати; для переробки 1 т нафти сирцю — 30...50 м³ (необоротні втрати становлять 1...2 м³); для переробки 1 т синтетичного каучуку — 2000...3500 м³ (необоротні втрати становлять до 70 м³).

В останні 20...40 років бурхливо розвивалися найбільш водоемні галузі промисловості — теплоенергетика, нафтохімічна, целюлозно-паперова, на потреби яких витрачається 80...90% усіх вод, що використовуються промисловістю.

З промисловим водокористуванням пов'язане надходження у водотоки і водойми величезної кількості забруднених стічних вод, а також підігрітих на 8... 12 °С, що призводить до теплового забруднення.

Гірські виробки й експлуатація підземних вод можуть діяти як у бік збільшення, так і зниження природного річкового стоку. Те саме стосується і спорудження на водозборах різного роду промислових об'єктів

Сільське господарство за недостатньої природної зволоженості може одержувати високі та стійкі врожаї лише шляхом зрошення.

У посушливі роки для зрошення озимої пшениці необхідно від 1,5 до 2,6 тис. м³ води на 1 га за вегетаційний період (залежно від зони — в лісостеповій менше, в степовій більше), кукурудзи — 2,2...3,6, овочів — 1,6...4,0, садів і виноградників — 1,6...3,6 тис. м³. При вирощуванні рису на 1 га необхідно приблизно в шість разів більше води, ніж при вирощуванні пшениці.

Значними водокористувачами є також *гідроенергетика, рибне господарство та водний транспорт*.

У середньому на земній кулі темпи зростання водокористування оцінюються в 5...6 %, а в деяких країнах — 10... 12 % за рік.

Велике значення мають природні та штучні водойми і водотоки для охорони здоров'я й організації відпочинку населення.

При вирішенні екологічних задач стосовно річок та водойм часто вживаються такі терміни:

- *виснаження* виражається в зменшенні водності річки або зниженні рівня озера. Найчастіше причиною цього є зростання безповоротного споживання води, тобто зрештою зростають втрати на випаровування;

- *засмічення* виникає при скиді в річку або водойму нерозчинених.

домішок і відходів (будівельне сміття, деревина, шлак, зола, брухт та ін.);

- *забруднення* - це зміна в гірший бік якості води внаслідок скиду господарсько-побутових, виробничих та інших стічних вод, змив мінеральних добрив, пестицидів з сільськогосподарських полів тощо.

Проблему водозабезпечення зумовлює не стільки збільшення кількості використовуваної води, скільки зростання кількості стічних вод. Звісно, що людство скидає у водойми й водотоки щорічно понад 500 км³ промислових і комунальних стоків, їх нейтралізація вимагає (залежно від ступеня очистки) 5...12-кратного розбавлення природною чистою водою.

Тому людству загрожує не нестача води взагалі, нестача чистої прісної води, не кількісне, а якісне виснаження водних ресурсів.

За оцінками ООН, майже третина населення земної кулі відчуває нестачу питної води або вживає її недостатньо чистою. Враховуючи гостру проблему питної води, XXXV сесія Генеральної Асамблеї ООН (1980 р.) оголосила 1981—1990 роки «Міжнародним десятиліттям забезпечення питною водою і поліпшення санітарних умов». Проведені в рамках цього десятиліття заходи були спрямовані на збереження й примноження джерел питної води, на зменшення захворювань, спричинених споживанням забрудненої води. З 1975 р. виконується постійно діюча Міжнародна гідрологічна програма. 2003 р. за рішенням ООН було оголошено Всесвітнім роком питної води.

В Україні, за даними Держкомстату, кожний другий житель змушений пити воду, яка не відповідає гігієнічним вимогам. Третина населення нашої країни позбавлена нормального водопостачання з належним контролем.

Кругообіг води на Землі та його значення у формуванні ресурсів прісних вод. Усі води гідросфери перебувають в єдиному замкненому природному кругообігу та взаємопов'язані з іншими природними сферами — атмосферою, літосферою та біосферою. Безперервне переміщення в часі й просторі, а також перехід із одного виду в інший відрізняє воду від інших природних ресурсів.

Об'єм і швидкість переміщення окремих видів води (океанів, річок, підземних вод та ін.) неоднакові.

Найсуттєвіше значення для природного середовища і господарської діяльності людини має кругообіг води між океаном, атмосферою, сушею і біосферою.

Кругообіг води безпосередньо пов'язаний з перетворенням сонячній радіації, яка є єдиним суттєвим джерелом енергії для фізичних процесів, які відбуваються в географічній оболонці Землі. Для всієї Землі витрати тепла на випаровування становлять 85 %, а на турбулентний теплообмін — 15 % радіаційного балансу.

Випадання атмосферних опадів на поверхню Землі, а також стікання їх по поверхні суші у вигляді струмків і річок, просочування води в ґрунти та гірські породи, стікання її підземним шляхом у річки або безпосередньо

в моря й океани відбувається під впливом сил тяжіння.

Отже, рушійними силами кругообігу води на Землі є притік до її поверхні сонячної радіації та сили ваги, а початком кругообігу — випаровування з усіх видів поверхонь.

У процесі кругообігу, при постійності загальної кількості води на Землі відбувається її перерозподіл у просторі та часі. Щорічно з поверхні земної кулі випаровується 577 тис. км³ води. Більша частина її (505 тис. км³) припадає на Світовий океан (0,04 % загального об'єму океанічних вод) і менша (72 тис. км³) — на сушу. Волога, яка випарувалась, конденсується і випадає у вигляді опадів.

За рік на поверхню океанів випадає 458 тис. км³ опадів, що менше за випаровування. Решта вологи (47 тис. км³), яка випаровувалась, переноситься повітряними потоками на континенти й острови та формує річки, озера, льодовики і підземні води, створюючи умови для розвитку природного середовища й господарської діяльності людини. Такий самий об'єм води повертається протягом року в океан у вигляді стоку річок (близько 45 тис. км³) і стоку підземних вод, які не дренуються річками (приблизно 2 тис. км³).

Основним видом кругообігу води в природі є водообмін між океаном і сушею, який одночасно дає початок іншим окремим ланкам загального кругообігу.

Світовий океан, будучи гігантським випарником, виконує в цьому кругообігу функцію основного постачальника прісних вод, які випадають у вигляді атмосферних опадів і дають початок усім водотокам і водоймам на суші.

Кругообіг води — це по суті глобальний опріснювач вод, тобто в процесі кругообігу води відбувається опріснення водних ресурсів.

Швидкість переміщення окремих видів води в процесі кругообігу неоднакова, тому й час витрачання та відновлення вод теж різний і змінюється в широких межах — від декількох годин (біологічна вода) до кількох тисячоліть (льодовики) і навіть десятків тисячоліть (підземні води).

Математичною моделлю кругообігу води є рівняння водного балансу, яке може бути складене для всієї Землі (табл. 1.1) і окремих її частин (табл. 1.2).

Основними компонентами водного балансу є: атмосферні опади, які випадають над океаном X_0 і над сушею X_C ; випаровування з суші E_C та з поверхні океану E_0 ; притік води в моря річками (стік) Y .

Оскільки запаси води на Землі, в Світовому океані та в ґрунтах вважаються постійними, то рівняння водного балансу записують так:

$$\text{для Світового океану} \quad X_0 + Y = E_0, \quad | \quad (1.1)$$

для суші $X_c - Y = E_c.$ (1.2)

Додавши складові цих двох рівнянь, одержимо рівняння балансу для всієї земної кулі

$$X_0 + X_c = E_0 + E_c. \quad (1.3)$$

Таблиця 1.1 – Світовий водний баланс

Поверхня	Площа, млн. км ²	Елементи балансу	Кількісні показники	
			мм	км ²
Земна куля	510	Опади	1130	557000
		Випаровування	1130	557000
Світовий океан	361	Опади	1270	458000
		Випаровування	1400	505000
		Стік (притік)	130	47000
Суша	149	Опади	800	119000
		Випаровування	485	72000
		Стік	315	47000
Область зовнішнього стоку	119	Опади	924	110000
		Випаровування	529	63000
		Стік	395	47000
Область внутрішнього стоку	30	Опади	300	9000
		Випаровування	300	9000

Таблиця 1.2 – Водний баланс континентів

Континент (з островами)	Площа, тис. км	Опади		Випаровування		Стік	
		мм	км ²	мм	км ²	мм	км ²
Європа	10500	790	8290	507	5320	283	2970
Азія	43475	740	32200	416	18100	324	14100
Африка	30120	740	23300	587	17700	153	4600
Північна Америка	24200	756	18300	418	10100	339	8180
Південна Америка	17800	1600	28400	910	16200	685	12200
Австралія й Океанія	8950	791	7080	511	4570	280	2510
Антарктида	13980	165	2310	0	0	165	2310
Вся суша	149000	800	119000	485	72000	315	47000

Результатом розрахунку водного балансу є визначення для заданої території кількості вологи, яка бере участь у кругообігу води, оцінка інтенсивності накопичення або витрачання вікових, повільно

відновлюваних запасів води.

Внаслідок неоднакової точності визначення окремих складових розрахунків водного балансу Землі його можна скласти лише наближено, з похибкою, яка залежить від точності визначення окремих його складових.

1.2 Водні ресурси і водний баланс України

Водні ресурси України складаються з місцевого стоку, який формується на території країни, та стоку, що надходить на її території з прилеглих територій по Дніпру і його притоках, Сіверському Дінцю, Дунаю й інших річках.

На території України річок більш як 71 тисяча різної довжини. Із них річок довжиною понад 10 км — 4 тис, або 5,5 % загальної кількості. Відносно довгих річок (довжиною понад 100 км) тільки 130. Залежно від величини басейну, довжини, водоносності, запасів гідроенергоресурсів, придатності для водного транспорту й інших ознак річки України поділяються на великі, середні і малі. До великих річок належать Дніпро, Дністер, Південний Буг, Прип'ять, Десна і Сіверський Донець, а також Кілійське гирло Дунаю, решта — до категорії середніх і малих.

Розподіл річок територією України і їх густина нерівномірні. В цілому ж остання зменшується в напрямку з більш зволоженого північного заходу до посушливого південного сходу від 0,5 км/км² до 0,1 км/км² (середня густина річкової мережі- 0,39 км/км²). Найгустіше мережа річок у Карпатах (понад 1 км/км²) і Кримських горах (до 0,6...0,7 км/км²).

Головним джерелом живлення річок і формування водних ресурсів України є атмосферні опади. Основна частка (50...80 %) в живленні рівнинних річок припадає на талі снігові води, в живленні гірських річок — на дощові.

Підземне живлення річок більшої частини території становить 10...20 % (подекуди - 50 %).

На територію України в середньому за рік випадає 609 мм атмосферних опадів. Найбільша їх кількість випадає в Карпатах (містами понад 2000 мм), а найменша — на узбережжях Чорного і Азовського морів (близько 350...400 мм/рік) (рис 1.1).

Кількість опадів у Поліссі — 550...600, у Лісостепу — від 500 до 550 мм, при зменшуванні їх в напрямку із заходу на схід.

У Степу найбільша кількість опадів (450...500 мм) випадає в північних районах, найменша (350...400 мм) — в південних (рис 1.1).

На території Криму опади змінюються від 350 мм у Степу до 1000 мм і більше — в горах; на південному березі вони становлять 550... 600 мм.

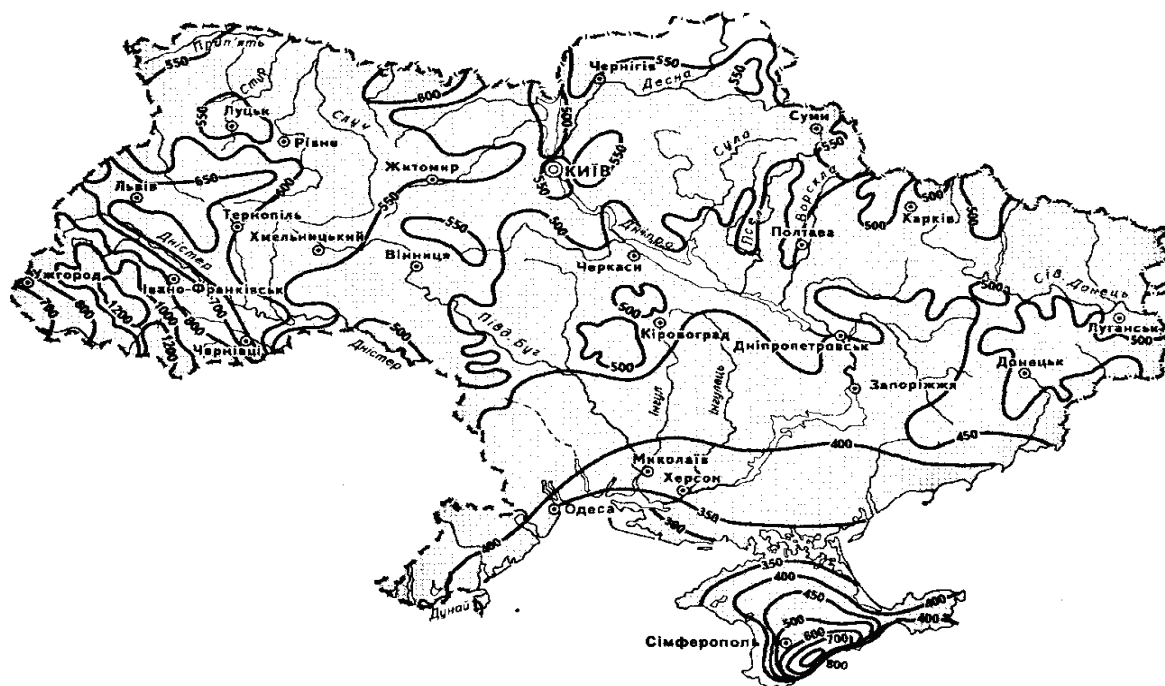


Рис. 1.1 – Середньорічна кількість опадів

Лише незначна кількість опадів (83 мм) формує річковий стік. Решта вологи йде на *випаровування*, яке на рівнинній території зменшується в напрямку з північного заходу на південний схід від 500...550 до 400...450 мм (рис 1.2).

На територію України із-за її меж у середньому за рік надходить 159 км^3 води. Отже, сумарні водні ресурси країни складають 209 км^3 .

По Кілійському гирлу Дунаю в Україну надходить 123 км^3 води (загальний середньорічний стік Дунаю складає 203 км^3), по верхньому Дніпру — $18,6 \text{ км}^3$, Прип'яті — $6,24 \text{ км}^3$, Десні — $5,11 \text{ км}^3$, Сейму — $2,16 \text{ км}^3$, Осколу — $1,20 \text{ км}^3$, Пселу — $0,69 \text{ км}^3$, Сіверському Дінцю — $0,52 \text{ км}^3$, Айдару — $0,39 \text{ км}^3$, Снову — $0,37 \text{ км}^3$, Ворсклі — $0,18 \text{ км}^3$.

Власними водними ресурсами України є місцевий стік річок. У розрахунку на одного жителя (близько 1 тис. м^3 на рік) *Україна належить до малозабезпечених водою держав* (у середньому по Європі водні ресурси на душу населення становлять 5,18 тис. м^3 на рік). Таке становище визначено рядом обставин.

По-перше, це *значні коливання водних ресурсів у часі*. По-друге, *водні ресурси нерівномірно розподілені територією України*. Найбільшу кількість води мають західні області (Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська), де на 1 км^2 площі припадає від 200 до 600 тис. м^3 , а на одного жителя від 2 до 7 тис. м^3 води місцевого стоку. Найменше забезпечені водою південні області з розвитом промисловістю та сільським господарством. Так, у Донецькій, Запорізькій, Миколаївській, Одеській та Херсонській областях на 1 км^2 площі припадає від 5... 10 до 40 тис. м^3 води на рік, а на одного жителя від 120 до 400 м^3 , тобто в 15...20 разів менше, ніж у західних

областях (рис 1.3).

В областях Полісся (Волинська, Рівненська, Житомирська, Чернігівська, північна частина Київської) на 1 км² площі припадає 75...1000 тис. м³ води на рік, а на одного жителя — 1500...1900 м³. В областях Лісостепу на 1 км² площі водні ресурси становлять 50...70 тис. м³ на рік, збільшуючись до 100...125 тис. км³ у східних і західних частинах зони. На одного жителя тут припадає від 500 до 1500 м³ води на рік (рис 1.3).

Середня багаторічна величина водних ресурсів (норма річного стоку річок) визначається за формулою

$$W = Q_{сер.} * T, \quad (1.4)$$

де W — величина стоку за рік, м³;

$Q_{сер.}$ — середня багаторічна величина річного стоку, м³/с;

T — кількість секунд у році (для середнього року $T = 31,54 * 10^6$ с).

За наближеними підрахунками Г. І. Швеця, об'єм води в прісних озерах досягає 2,3 км³, у солоних і лиманах — 8,6 км³. Болота, заболочені й перезволожені землі складають 6569 тис. га, в яких зосереджено близько 30 км³ води.

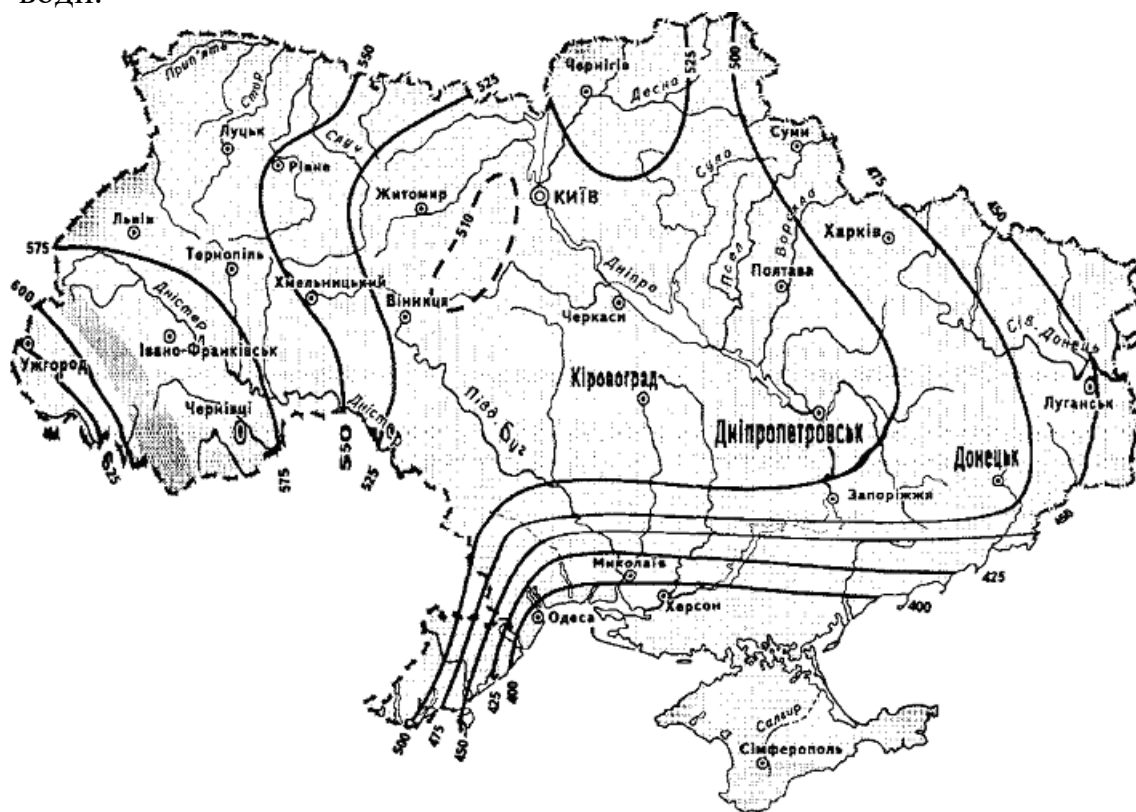
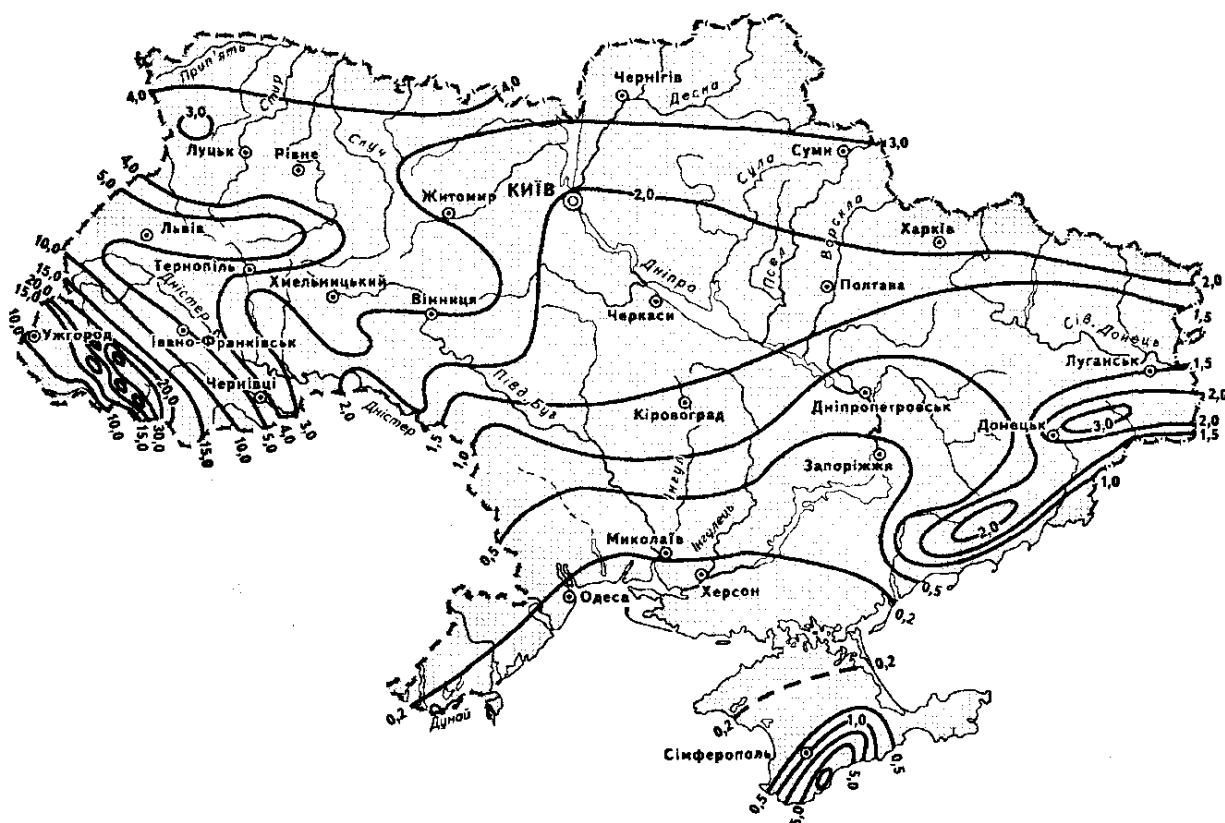


Рис. 1.2 – Середньорічне випаровування, мм

Рис. 1.3 – Середньорічний стік, л/(с·км²)

Підземні води, як і поверхневі, складаються з вікових запасів і щорічно відновлюються. Вони є надійними джерелами для використання (зона активного водообміну, 18,6 км³/рік).

Підземні води зосереджені в окремих артезіанських басейнах і провінціях (Дніпровсько-Донецький - 57,4 %, Волинсько-Подільський - 16,9 %). В інших регіонах України ресурси підземних вод значно менше.

Підземні води підрозділяються на водоносні горизонти та комплекси, з яких формуються басейни и родовища підземних вод.

Підземні води, що виходять на земну поверхню, називаються джерелами.

Класифікаційні ознаки підземних вод приведені в таблицях 1.3 і 1.4.

Таблиця 1.3 – Класифікація підземних вод за водністю

Категорія родовища підземних вод	Площа басейну, м ²	Товщина водоносного горизонту, м	Підземний стік, м ³ /с
Велике	Понад 1000	Понад 100	Понад 100
Середнє	від 1000 до 100	від 100 до 10	від 100 до 10
Мале	до 100	до 10	до 10

Таблиця 1.4 – Класифікація підземних вод за характером водообігу та захищеності

Глибина залягання рівня води від денної поверхні, м	Характер залягання вод	Характер циркуляції вод	Гідравлічний зв'язок водоносних горизонтів	Характер водообігу	Захищеність підземних водоносних горизонтів
до 50	відкритий	шпаристо-карстовий	явний	активний	слабка
від 50 до 300	наявність «гідрологічних» вікон	шпаристий	неявний	уповільнений	середня
понад 300	ізольований	поровий	відсутній	дуже уповільнений	надійна

Стік річок є одним із компонентів водного балансу України, який також складається з річною сумою опадів (609 мм), що витрачаються в основному на випаровування (526 мм) і в значно меншій кількості — на формування місцевого стоку (83 мм). При цьому на частку поверхневого стоку припадає 64 мм, а підземного — 19 мм. Валове зволоження території країни становить 545 мм. Середній коефіцієнт стоку дорівнює 0,14.

Розподіл елементів водного балансу по рівнинній території України має зональний характер. Величини середньорічної кількості опадів, середньорічного випаровування і середньорічного стоку закономірно зменшуються з півночі на південь. У горах Карпат і Криму вони збільшуються з висотою.

Найбільша різниця між опадами та випаровуванням в Карпатах і гірській частині Криму, а найменша — в південних низинних районах морського узбережжя. Тому й стік річок найбільший в Карпатах і Гірському Криму, а найменший — на півдні України.

У найширшому значенні під *водним балансом* розуміють сумісний розгляд і зіставлення характеристик прибутку, витрачання і зміни запасів вологи в межах певної обмеженої території за якийсь інтервал часу. Для річкового басейну, наприклад, водний баланс відображує процеси кругообігу води в межах цього басейну.

До *прибуткових* складових балансу належать атмосферні опади й інші види надходження вологи із атмосфери, а також притік із-за меж річкового водозбору у вигляді річкових або підземних вод.

До *видаткових* належать усі види випаровування, а також відтік води за межі водозбору по річковому руслу або підземним шляхом.

Результуючим елементом водного балансу звичайно вважають зміни запасів вологи річкового водозбору, які проявляються в їх накопиченні або втратах.

Водний баланс, як *метод* наукового дослідження, дає можливість глибоко вивчати процеси формування гідрологічного режиму і

встановлювати їх закономірності; він є *системою* взаємозв'язаних процесів перенесення вологи.

Поряд із терміном «водний баланс» останнім часом набув значного поширення термін «*гідрологічний цикл*», під яким розуміють поширення та переміщення всіх видів вод разом із розчиненими і нерозчинними домішками над поверхнею землі, по поверхні і під нею. Стосовно цього поняття водний баланс слід розглядати як метод вивчення гідрологічного циклу.

На основі водного балансу складаються водогосподарські баланси, у яких можливі для використання ресурси поверхневих і підземних вод зіставляються з існуючими або очікуваними потребами у воді населення й усіх галузей народного господарства.

Водний баланс будь якої території, тобто накопичення і витрачення води в її межах за відповідні інтервали часу, залежить від кліматичних факторів і характеру підстильної поверхні. Співвідношення елементів водного балансу — опадів, стоку і випаровування — в певних фізико-географічних умовах для багаторічного періоду практично постійне і визначає середню водоносність річок або водні ресурси даного району. На основі аналізу залежності елементів водного балансу від місцевих не кліматичних факторів можуть встановлюватись можливі зміни величини стоку річок, наприклад після проведення агротехнічних і лісомеліоративних заходів.

Ці зміни запасів вод звичайно виражається рівнянням водного балансу, яке має такий вигляд:

$$X + K + Y_1 - Y_2 - Z - W_1 - W_2 + U_1 - U_2 = 0, \quad (1.5)$$

де X — опади;

K — конденсація вологи;

Y_1 — притік річкових вод із інших районів;

Y_2 — стік річок за межі даної території;

Z — випаровування;

W_1 — зміна вологозапасів у ґрунтах і підстильних породах;

W_2 — акумуляція води в природних і штучних водоймах;

U_1 — притік підземних вод із суміжних районів;

U_2 — стік підземних вод у сусідні райони нижче рівня дренажу їх річковими руслами.

Залежно від завдань, для яких використовується це рівняння, його компоненти можуть бути диференційовані. Так, для різних сезонів року опади можуть поділятися на дощові й снігові, стік — на поверхневий та підземний; деякі члени рівняння можуть об'єднуватись або прирівнюватись нулю.

Для розрахунку середнього багаторічного водного балансу території в

адміністративних межах можна використати рівняння

$$X + Y_1 - Y_2 - Z + U_1 - U_2 = 0, \quad (1.6)$$

а для водозбору річки або всього басейну моря — рівняння виду

$$X - Y_2 - Z + U_1 - U_2 = 0. \quad (1.7)$$

Отже, водний баланс, відображаючи об'єктивно існуючі в природі співвідношення між прибутком і витрачанням вологи, дає найповнішу комплексну характеристику водних ресурсів річкових водозборів або інших територій. Регулювання ж стоку водосховищами, перетворення витратної частини водного балансу в інтересах народного господарства шляхом проведення агротехнічних, водно-меліоративних та інших заходів є засобами управління деякими компонентами водного балансу.

1.3 Принципи і види використання та охорони водних ресурсів

Коротка історія освоєння і використання водних ресурсів. Водні ресурси України використовуються здавна, з часів заселення її території, яке відбувалося в основному по річках, що слугували спочатку як шляхи сполучення, а пізніше — як джерела водопостачання та гідравлічної енергії, для рибного промислу, купання, вимочування конопель, скидання забруднених стоків тощо. Розвиток водних шляхів був пов'язаний передусім із Дніпром, на якому судноплавство здійснювалося ще до нашої ери. В IX—XII ст. по Дніпру проходив відомий шлях із «варяг у греки» протяжністю понад 3000 км, який з'єднував райони Прибалтики й Скандинавії з античними колоніями Причорномор'я та з Візантією і мав важливе економічне і стратегічне значення для Київської Русі та її зв'язків із зовнішнім світом.

XII ст. - початок будівництва примітивних водяних млинів.

XIX ст. - стали використовуватись гідросилові установки на цукрових та інших заводах, у кар'єрах і на невеликих зрошувальних ділянках.

Кінець XIX ст. – початок будови ГЕС (на р. Канель, Черкаська обл.).

XVII ст. - початок розвитку водопостачання міст (1668 р.- у Києві був побудований дерев'яний водопровід).

Кінець XVII ст.- воднотранспортне сполучення Дніпра з річками Німаном і Західною Двіною. Першу пасажирську пароплавну лінію було відкрито на Дніпрі в 1850 р.

У другій половині XIX ст. на території України почалися водно-меліоративні роботи. До революції 1917 р. зрошувалось 17,4 тис. га земель, а осушувані меліорації було проведено всього на 454 тис. га., у 1940 р.-

зрошувалось - 89,7 тис. га, а було осушено - 730,5 тис. га.

У пореволюційний період розширились напрями і масштаби використання водних ресурсів. Змінилися і підходи до їх вивчення і використання. Замість *галузевого* набув поширення *комплексний підхід*, при якому досягається найраціональніше використання водних ресурсів і підвищується економічна ефективність водогосподарських заходів.

У 1927 р. будівництвом Дніпровської ГЕС поблизу Запоріжжя було покладено початок комплексного використання водних ресурсів Дніпра. Цей гідровузол вирішував два основні завдання: покращання судноплавних умов на ділянці Дніпровських порогів і забезпечення промислового Придніпров'я електроенергією.

У 30-х роках велось інтенсивне будівництво ГЕС на малих річках України, розширились меліоративні роботи.

У 1963—1965 рр. для території України було розроблено *Генеральну схему комплексного використання й охорони водних ресурсів*, у якій передбачалось проведення заходів для розвитку окремих галузей водного господарства.

У 1990 р. було складено нову генеральну схему комплексного використання водних ресурсів в Україні до 2010 р.

Подальшого розвитку набули і водні меліорації. За даними Держводгоспу, на 1998 рік площа зрошуваних земель в Україні становила 2466 тис. га, а осушених — 3299 тис. га. У січні 2000 р. Верховна Рада України прийняла новий закон «Про меліорацію земель».

Задля забезпечення найраціональнішого і комплексного використання водних ресурсів для більшості адміністративних областей складено схеми комплексного використання і охорони водних ресурсів не тільки великих, а й середніх і деяких малих річок України.

Державну політику щодо розвитку галузі водного господарства проводить у життя Державний комітет України по водному господарству (Держводгосп України), він же відповідальний за використання водних ресурсів, забезпечення потреб у воді населення і меліоративних систем, здійснює нагляд за використанням і якісним станом водних ресурсів тощо.

Водні ресурси є важливою частиною національного багатства країни і має здійснюватись із дотриманням таких принципів:

- раціонального і комплексного використання;
- не допускати різких змін і порушень природних співвідношень окремих складових частин гідрологічних систем;
- охороняти водні ресурси у процесі використання разом із охороною довкілля.

Під *раціональним використанням* розуміють науково обґрунтоване використання водних ресурсів, яке забезпечує оптимально корисний ефект для суспільства як у поточний період, так і упродовж перспективи при обов'язковому виконанні вимог законодавства і має забезпечуватись у будь

якому напряму водогосподарської діяльності. (Раціональний (лат. *rationaiis*) — розумний, доцільний образ дії).

Комплексне використання водних ресурсів — це одночасне, найбільш доцільне задоволення потреб водокористувачів у воді різних галузей господарства і найоптимальніше поєднання їхніх інтересів. Таке використання водних ресурсів відбувається тоді, коли водний об'єкт задовольняє потреби одного або кількох водокористувачів. Проте комплексне використання не означає однакового задоволення всіх користувачів водою.

Перш за все забезпечуються потреби населення у питній воді. Останні галузі мають бути забезпечені водою (за М. І. Львовичем) у такій послідовності: харчова промисловість, господарське водопостачання, відпочинок, туризм і спорт, потреби тваринництва, розведення риби, незрошувальне і зрошувальне землеробство, промислове та теплоенергетичне водопостачання, гідроенергетика, судноплавство. Останні місця відведені галузям, які мають заміну іншими джерелами енергії та видами транспорту.

Несприятлива екологічна обстановка, яка склалася в деяких регіонах України свідчить про те, що при здійсненні господарській діяльності не завжди враховувались реальні особливості водних ресурсів. У малозабезпечених водою районах розміщувалися водоемки виробництва, для забезпечення їх водою проводились заходи не тільки по внутрішньорічковому, а й територіальному перерозподілу стоку.

Вважається, що *найкращі результати перерозподілу водних ресурсів одержують у випадках, коли господарський вологообіг відокремлений від природного*. Але через те, що повного відокремлення досягти неможливо, використання водних ресурсів потрібно планувати й здійснювати так, щоб господарський вологообіг взаємодіяв із природним тільки через випаровування.

Важливим принципом використання водних ресурсів є здійснення заходів з охорони та відтворення їх у процесі використання.

Залежно від характеру користування водами галузі народного господарства поділяють на: водоспоживачів і водокористувачів.

До водоспоживачів відносили ті галузі народного господарства, які забирають воду із джерела водопостачання, використовують її для виготовлення продукції, а потім повертають, але в іншому місці, в меншій кількості й іншої якості. До них відносили зрошувальне землеробство, комунальне та промислове водопостачання і теплоенергетику.

До водокористувачів належали галузі народного господарства, які не забирають, а використовують воду як середовище, або забирають її на короткий час і знову повертають. Проте вони можуть змінювати якість води та режим водного об'єкта. До них відносили гідроенергетику, водний транспорт, рибне господарство, лісосплав і водний туризм.

Такий поділ дуже умовний, тому що поступово згладжуються грані між водоспоживачами і водокористувачами. Водокористувачів у «чистому» вигляді стає все менше. Практично всі галузі народного господарства стали або стають водоспоживачами. Тому Водним кодексом України не передбачений поділ галузей народного господарства на водокористувачів і водоспоживачів, а дається одне поняття — *водокористування, під яким розуміють сукупність усіх форм і видів використання водних ресурсів.*

Водокористувачами в Україні можуть бути підприємства, установи, організації різних форм власності й окремі громадяни України, а також іноземні та фізичні особи, які забирають воду з водних об'єктів для використання, скидають у них стічні води або користуються водними об'єктами для певних цілей. Водні об'єкти для скидання стічних вод використовуються лише в окремих випадках і за дотримання певних вимог та умов, передбачених законодавством.

Різноманітність водокористування зумовлює необхідність його класифікації за певними ознаками. Основною є класифікація за *господарсько-цільовим призначенням, це: комунально-побутове, промислове, сільськогосподарське, рибогосподарське, рекреаційне, транспортне й енергетичне водокористування.*

За *способом користування* водами розрізняють загальне водокористування і спеціальне, яке здійснюють з допомогою спеціального обладнання водозабору.

Загальне водокористування здійснюється безкоштовно і без будь-якого дозволу державних органів (забір води із криниць, купання, напування худоби безпосередньо із водотоків і водойм, любительське риболовство тощо).

Спеціальне водокористування здійснюється на основі дозволів, що видаються органами з регулювання використання й охорони вод, а в деяких випадках — виконками місцевих рад народних депутатів. Спеціальне водокористування є платним.

Спеціальне водокористування може здійснюватись підприємствами, установами, організаціями незалежно від форм власності, окремими громадянами, а також іноземними юридичними і фізичними особами для задоволення питних, побутових, лікувальних, оздоровчих та інших потреб населення, а також з метою використання у сільському господарстві, промисловості, транспорті, енергетиці, рибному господарстві тощо.

Державні органи видають дозволи на спеціальне водокористування у разі використання води водних об'єктів загальнодержавного значення. Верховною Радою Автономної Республіки Крим та обласними Радами народних депутатів за погодженням із державними органами дозволи видаються у разі використання води водних об'єктів місцевого значення. У дозволі на спеціальне водокористування встановлюються ліміти забору

води, скидання забруднюючих речовин і терміни водокористування.

Спеціальне водокористування може бути *короткотерміновим* (до трьох років) або *довготерміновим* (від трьох до двадцяти п'яти років).

Водними об'єктами можна користуватися також на умовах оренди, але лише для риборозведення, виробництва сільськогосподарської продукції та лікувально-оздоровчих потреб.

Розрізняють також первинне і вторинне водокористування.

Первинні водокористувачі — це ті, що мають власні водозабірні споруди і відповідне обладнання для забору води.

Вторинні водокористувачі (абоненти) — це ті, що не мають власних водозабірних споруд та отримують воду із систем первинних водокористувачів і скидають стічні води в їхні системи.

1.4 Класифікації природних вод

Стосовно будь-якого виду водопостачання найважливіше значення мають питання про мінералізацію води і склад головних іонів. Відповідно ГОСТу 27065-86 за ступенем мінералізації (г/дм³) розрізняють:

- ультрапрісні — до 0,1;
- прісні 0,1 — 1,0;
- слабопрісні 1,0 — 3,0;
- солоні 3,0 — 10,0;
- дуже солоні 10,0 — 50,0;
- розсоли > 50,0.

Термін «мінералізація» звичайно використовується для прісних поверхневих вод. Термін «солоність» - для солонуватих і солоних водоймищ.

Мінералізація річкових вод визначається, головним чином, складом ґрунтів на басейні. Іноді значення мінералізації відображають вплив антропогенних чинників (відкачування шахтних вод, скидання дренажних вод зрошувальних систем, інфільтрація вод в межах промислових територій тощо).

Мінімум мінералізації припадає на період повені і дощових паводків. Найменші значення мінералізації спостерігаються на півночі, найбільші - на півдні. Відповідно класифікації О.А. Альокіна поверхневі води суші за ступенем мінералізації (мг/дм³) поділяються на групи:

- дуже мала мінералізація < 100;
- мала 100 — 200;
- середня 200 — 500;
- підвищена 500 — 1000;
- висока > 1000.

До числа головних іонів, що перебувають у природній воді належать: гідрокарбонати (HCO_3^-), сульфати (SO_4^{2-}), хлориди (Cl^-), кальцій (Ca^{2+}), магній (Mg^{2+}), натрій (Na), калій (K). За їхнім складом, а точніше, за переважаючим аніоном в еквівалентній формі природні води поділяються на три класи - *гідрокарбонатний, сульфатний, хлоридний*. До гідрокарбонатного класу належить більша частина слабкомінералізованих вод суші. Хлоридний клас характерний для високомінералізованих вод внутрішніх морів, безстічних озер і річок напівпустельної та пустельної зон. Сульфатні води займають проміжне положення. Кожен клас за переважаючим катіоном поділяється на три групи: *кальцієву, магнієву, натрієву*, а кожна група, у свою чергу, на чотири типи:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| I тип (лужні, магнієві води) | $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$; |
| II тип (змішані води) | $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$; |
| III тип (сильномінералізовані води) | $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$; |
| IV тип (кислі води) | $\text{HCO}_3^- = 0$. |

Разом з мінералізацією та іонним складом характерними показниками природних вод також є водневий показник та жорсткість.

Водневий показник (pH) або концентрація вільних іонів водню визначає ступінь кислотності або лужності води. Згідно з І.К. Гавичем пропонується така класифікація природних вод за pH:

- сильнокислі $< 3,0$;
- кислі $3,0 — 5,0$;
- слабкокислі $5,0 — 6,5$;
- нейтральні $6,5 — 7,5$;
- слабколужні $7,5 — 8,5$;
- лужні $8,5 — 9,5$;
- сильно лужні $> 9,5$.

Більшість поверхневих вод суші мають нейтральну або слабкокислу реакцію. Чітко виражену кислу реакцію мають болотні води.

За ступенем жорсткості (ммоль/дм^3) О.А. Алексін запропонував розрізняти води:

- дуже м'які $< 1,5$;
- м'які $1,5-3,0$;
- помірно жорсткі $3,0-6,0$;
- жорсткі $6,0-9,0$;
- дуже жорсткі $> 9,0$.

Відрізняють тимчасову, або карбонатну, твердість води і сталу. Тимчасова твердість обумовлюється наявністю кислих карбонатів (гідрокарбонатів) кальцію і магнію: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ і $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, а стала - наявністю сульфатів і хлоридів кальцію і магнію: CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 і MgCl_2 . Загальна твердість води являє собою суму тимчасової і сталої твердості.

Наступна група класифікаційних ознак включає органолептичні

характеристики: кольоровість, смак, присмак, запах, прозорість. Їхнє врахування є особливо важливим для оцінки придатності води для господарсько-питного водопостачання.

Кольоровість води встановлюється порівнянням з платиново-кобальтовою шкалою; визначається вмістом у воді органічних та неорганічних речовин.

За ступенем забарвленості, згідно з М.А. Фортунатовим, розрізняють такі кольоровості води:

- які майже не мають забарвлення $< 20^\circ$;
- слабкозабарвлені $20-30^\circ$;
- середньозабарвлені $40-50^\circ$;
- інтенсивно забарвлені $60-80^\circ$;
- темнозабарвлені $100-200^\circ$;
- виключно темнозабарвлені $> 200^\circ$.

Чиста вода не має будь-якого смаку або присмаку. Надають їй смак і присмак забруднювальні речовини. Розрізняють чотири види смаку: солоний, гіркий, кислий та солодкий. Всі, інші смакові відчуття класифікуються як присмаки (рибний, фенольний, нафтовий, хлорний тощо). Інтенсивність присмаку, також як і запаху, визначається за шестибальною шкалою (табл. 1.5).

Таблиця 1.5- Визначення інтенсивності запаху (присмаку) води

Оцінка інтенсивності, бали	Інтенсивність	Характер прояву
0	ніякого	відсутність відчутного запаху (присмаку)
I	дуже слабкий	запах (присмак), що не помічається споживачем, а тільки фахівцем
II	слабкий	запах (присмак), що виявляється споживачем, якщо звернути на це увагу
III	помітний	запах (присмак), що легко виявляється, може бути причиною того, що вода неприємна для пиття
IV	виразний	запах (присмак), що звертає на себе увагу, може змусити утриматися від пиття
V	дуже сильний	запах (присмак), настільки сильний, що робить воду непридатною для пиття

Запах води, також як і смак, визначається складом домішок і газів. Розрізняють запахи природного та штучного походження.

Важливим екологічним показником є *прозорість води*. Мірою

прозорості є висота стовпа води, при якій можна спостерігати білу пластину певних розмірів (диск Секкі), що опускається у водойму, або розрізняти на білому папері шрифт певного розміру і типу (як правило, шрифт середньої жирності заввишки 3,5 мм). Результати виражаються в сантиметрах з вказівкою способу вимірювання. Прозорість тісно пов'язана з мутністю, тобто з наявністю завислих мінеральних частинок. Стосовно до господарсько - питного водопостачання, інколи використовується такий поділ *мутності* (мг/дм³):

- мала < 50;
- середня 50-250;
- підвищена 250-1000;
- висока > 1000.

В наступну групу класифікацій входять характеристики вмісту у воді розчинених органічних речовин і мікроорганізмів або бактерій, що розкладають органіку до мінерального складу. Непрямими показниками концентрації органічних речовин у воді, зазвичай, є біохімічне споживання кисню за 5 та 20 діб (БСК₅ і БСК₂₀); перманганатна та біхроматна окислюваність або хімічне споживання кисню (ХСК). *За вмістом органічних речовин* (мг/дм³), що характеризується перманганатною окислюваністю, природні води, згідно з О.А. Альокіним, класифікуються:

- дуже мала < 2;
- мала 2-5;
- середня 5-10;
- підвищена 10-20;
- висока 20-30;
- дуже висока > 30.

Для оцінки якості води за кількістю мікроорганізмів найчастіше обмежуються мікробним числом (загальна кількість бактерій в 1 см³ води) і колііндексом (кількість кишкових паличок в 1 дм³ води) (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 - Санітарний стан природних вод господарсько-питного водопостачання

Стан води	Мікробне число	Колііндекс
Надзвичайно чиста (дуже здорова)	0-10	<10
Дуже чиста (здорова)	10-100	10-10 ²
Чиста (задовільна)	100-1000	10 ² -10 ³
Посередня (сумнівна)	1000-10000	10 ³ -10 ⁴
Нечиста (нездорова)	10000-100000	10 ⁴ -10 ⁵
Брудна (зовсім нездорова)	> 1000000	10 ⁵ -10 ⁶

1.5 Якість води. Показники якості води та їх нормування

Якість води — це показники її складу та властивостей, які визначають рівень придатності води для конкретних видів водокористування (питного, промислового, сільськогосподарського, побутового тощо).

В екології основними показниками якості води є рівень її придатності для життя різних організмів і вживання людиною.

Якість води визначається її *фізичними* (колір, запах, прозорість, температура, смак) і *хімічними* (рН; концентрація розчинених мінеральних та органічних сполук, мг/дм³; хімічне споживання кисню (ХСК), мгО/дм³; біохімічне споживання кисню (БСК), мгО₂/дм³; мінералізація, мг/дм³) *властивостями*, а також гідробіологічними показниками та *санітарно-бактеріологічним станом* (вмістом бактерій).

Гідробіологічні показники складаються з окремих особливостей поведінки та життєдіяльності гідробіонтів у зв'язку з наявністю і ступеню забруднення водних об'єктів. Це може бути перехід окремих гідробіонтів з забруднених зон до незабруднених, їх видове різноманіття, розвиток окремих форм і пригнічення інших, коливання загальної чисельності і біомаси водних організмів та водоростей.

Метод оцінки якості води, як середовища мешкання гідробіонтів, за видовим складом і показниками кількісного розвитку видів-індикаторів та за структурою утворених ними угруповань називається *біоіндикація*.

Біоіндикатори якості води - це організми, присутність яких у водному об'єкті, їх кількість, а також особливості розвитку вказують на перебіг внутрішньоводоймних процесів і вплив алохтонних чинників на формування якості води.

Бактеріологічні показники визначають можливу наявність у воді хвороботворних мікробів, які потрапляють у воду з організму хворої людини. Ймовірне мікробне зараження води визначається за допомогою тест-об'єктів - кишкових паличок, які постійно мешкають у людському організмі. Наявність у воді кишкових паличок вказує, що до водного об'єкту потрапила певна кількість побутових стічних вод.

Вимоги до якості води у різних водокористувачів свої. Найжорсткіші вимоги — при використанні її для пиття і виробництва продуктів харчування, рибного господарства. Нижчі вимоги до якості у промисловості та зрошення. До якості води не висуває вимог гідроенергетика, судноплавство та лісосплав.

Для оцінки можливостей використання води з водних об'єктів для потреб населення та галузей економіки встановлені такі нормативи екологічної безпеки водокористування:

- загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів;
- гранично допустимі концентрації (ГДК) речовин у воді водних

об'єктів, які використовуються для питних, господарсько-побутових та інших потреб населення (санітарно-гігієнічні нормативи);

- ГДК речовин у воді водних об'єктів, які використовуються для потреб рибного господарства (рибогосподарські нормативи).

Загальні вимоги до складу і властивості води водних об'єктів містять санітарно-гігієнічні та рибогосподарські нормативи фізичних, узагальнених хімічних та бактеріологічних показників, а також ряд декларативних заборон.

Нормативи прийнятого для певних видів водокористування вмісту розчинених у воді водних об'єктів хімічних речовин визначаються переліками гранично допустимих концентрацій (ГДК). Нормативи ГДК та інші нормативи екологічної безпеки розробляються і затверджуються:

- для водних об'єктів, вода яких використовується для питних, господарсько-побутових та інших потреб населення - установами та організаціями Міністерства охорони здоров'я;

- для водних об'єктів, вода яких використовується для рибогосподарських потреб - установами та органами рибного господарства.

Перелік санітарно-гігієнічних ГДК на цей час налічує понад 2000 речовин, рибогосподарських - понад 1500 речовин. Переліки ці постійно збільшуються, бо, згідно з водоохоронним законодавством, скид стічних вод, що містять речовини, для яких не встановлено нормативів ГДК, у водні об'єкти, заборонено.

Найпридатнішими для водопостачання населення є підземні води, особливо глибинні, які забруднюються зрідка і в якісному відношенні звичайно кращі за поверхневі.

1.6 Основні користувачі водних ресурсів

Вимоги до якості води і придатності її для певних видів користування викладено у відповідних нормативних документах і регламентуються галузевими стандартами.

Різні водокористувачі потребують різної безперебійності подачі води, найвища з яких у комунального господарства, промисловості й енергетики ($P = 95\ldots 97\%$). Менші – у судноплавства (глибині, $P = 90\%$), зрошення та використання води для інших цілей ($P = 75\ldots 90\%$).

Отже, розрізняють два основні типи водокористування: *жорсткий*, коли підтримується певна, незалежна від коливання водності річки витрата води, і *гнучкий*, коли в маловодні сезони року може обмежуватися подача води.

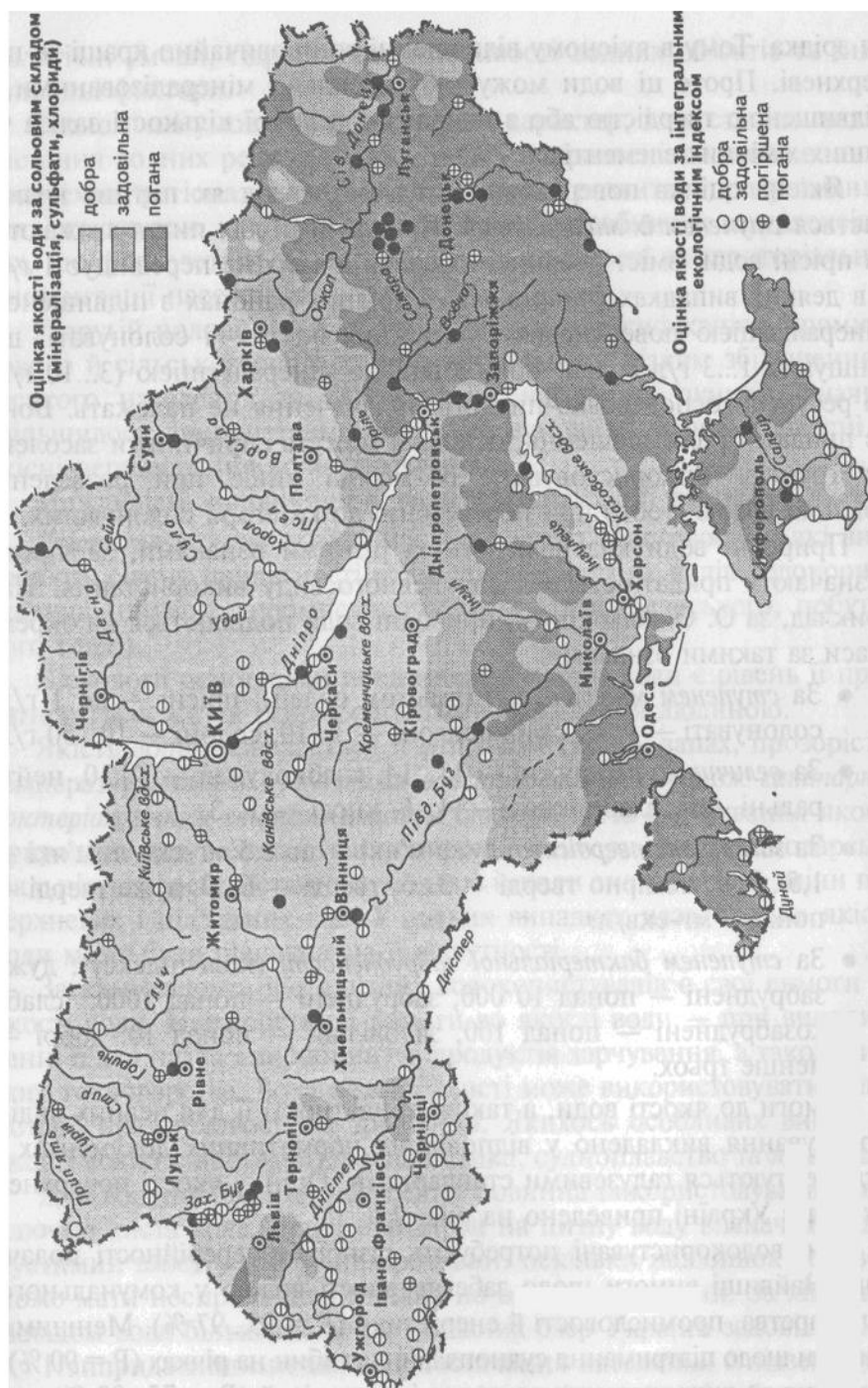


Рис.2.1 - Оцінка якості поверхневих вод

Якщо цілодобово працюючі об'єкти використовують воду рівномірно, то зрошувальне землеробство, водний транспорт, лісосплав, гідроенергетика і рибне господарство — нерівномірно. Так, зрошення потребує воду у вегетаційний період; водний транспорт і лісосплав погребують необхідних глибин протягом навігації; рибне господарство має певну потребу у воді в період нересту риби тощо.

За період з 1960 по 2000 р. повне водокористування досягло максимуму в 1985 р. і становило 36 км³, після 2000 р. водокористування дещо скоротилося за рахунок зменшення кількості підприємств. Така сама

тенденція характерна і для необоротного використання води: у 1985 р. воно складало 18,8 км³, або майже 38 % водних ресурсів України, які формуються на її території в середній за водністю рік, після 2000 р. також спостерігається тенденція до зменшення кількості води необоротного використання.

Потреба у воді серед галузей визначена так: комунальне господарство – 11%, промисловість – 23%, сільське та рибне господарство – 66%.

1.6.1 Комунальне господарство

Вода в цій галузі використовується для задоволення питних і побутових потреб населення, в підприємствах побутового обслуговування, міському транспорті, будівельних організаціях, в протипожежних цілях, для обігріву (опалення) будинків, поливу вулиць, присадибних ділянок та ін.

Водозабезпечення населення має високі вимоги до якості води і безперебійності водопостачання.

Важливим показником використання води комунальним господарством є *питоме водокористування* — добовий об'єм води в літрах, який припадає на одного жителя. На початку XX століття в населених пунктах із водопроводом використовувалось 40...60 л води одним жителем за добу, в 60-ті роки — 155, в 70-ті — понад 220, а у 80-ті — більше 300 л/добу.

Цій показник має такі значення у місцях-столицях: Тбілісі — 1170 л/добу (в тому числі 700 л на господарсько-питні потреби і 470 л — на потреби промисловості), Москва — близько 700 л (відповідно 410 і 290 л), Париж — 450, Лондон — 250 л, Київ - біля 400 л води.

Повне використання води комунальним господарством України в 2005 р. становило 3,8 км³, а необоротне — 1,2 км³. У сумарному необоротному водокористуванні на частку комунального господарства припадає близько 15 % забраної води. В основному вода використовується для господарсько-питних потреб.

Величина питомого водокористування в різних районах країни залежить від кліматичних умов, чисельності населення та ступеня благоустрою будинків. У середньому один житель України споживає 326 л води на добу. Для порівняння: відповідно до національних нормативів у Болгарії споживається 200 л/добу на одного жителя, в Румунії — 230 л/добу, Польщі — 240 л/добу, Угорщині — 250...350 л/добу, США — 455 л/добу, а в країнах, що розвиваються (Центральна Африка, Близький Схід), цей показник становить лише 10... 15 л/добу. За даними ООН, нормою споживання є 200 л /добу на одного мешканця.

Комунальне господарство нерівномірно використовує воду впродовж року, більше - влітку і менше в інші сезони року. Відхилення використання води від середньої величини складає 15...20 %.

Використання води протягом доби теж нерівномірне. Більша частина її (понад 70 % добового об'єму) використовується вдень. Нерівномірність добового і погодинного водокористування характеризується відповідними коефіцієнтами, які характеризують відношення максимального добового чи погодинного використання до середнього.

Важливі вимоги комунального господарства до водозабезпечення — *безперебійність подачі ($P = 97\%$) та висока якість води.*

Для того щоб якість води відповідала санітарно-гігієнічним вимогам, її спеціально обробляють. Згідно зі стандартом питною вважається вода, інтенсивність запаху якої *не вище 2 балів* (табл. 1.3).

Смак води може бути пов'язаний з попаданням у неї гнилих рослинних і тваринних решток, намулу, побутових і промислових стічних вод, газів тощо. Розрізняють солоний, гіркий, солодкий і кислий смак води.

Солоний смак зумовлюється наявністю у воді хлористого натрію; *гіркий* — сульфатів магнію і натрію, хлоридів кальцію, магнію і калію; *солодкий* — великою кількістю органічних речовин; *кислий* — надлишковим вмістом сірчаної кислоти або вуглекислого газу. Вода повинна мати приємний смак.

Присмак. Питна вода не повинна мати ніякого неприємного присмаку (хлорного, рибного, металевого, іржавого, чорнильного та інших).

Кольорове забарвлення. Питна вода не повинна мати кольорового забарвлення. Колір води часто залежить від гумінових речовин, за кількістю яких вона може бути від жовтого кольору до жовто-коричневого. Проте забарвлення можуть зумовлювати не тільки гумінові речовини, а й стічні води підприємств деяких галузей промисловості.

Каламутність або прозорість. Згідно зі стандартом, питна вода може вміщувати не більше 1,5 мг/л завислих речовин, оскільки каламутність її впливає на смакові якості. Каламутна вода шкідлива для здоров'я. За ступенем прозорості воду умовно поділяють на: *прозору, слабкопалесцировану, опалесцировану, злегка каламутну, каламутну і дуже каламутну.* Крім того, вода не повинна вміщувати водні організми, які помітні неозброєним оком, на її поверхні не має бути плівки.

Температура питної води має бути не нижчою за 5 °С і не вищою за 15 °С. Якщо температура питної води нижча 5 °С, то вона шкідлива для здоров'я.

На органолептичні властивості води впливають деякі хімічні речовини, вміст яких не повинен перевищувати встановлених концентрацій (табл. 1.7).

Твердість — важливий показник якості не тільки питної води, а й технічної. Дослідженнями встановлено, що використання м'якої води

зменшує порівняно із твердою ймовірність серцево-судинних захворювань, хоча в деяких випадках краще вживати м'яку воду. Загальна твердість питної води має бути не більше 7 мг-екв/л.

Таблиця 1.7—Граничнодопустима концентрація (ГДК) деяких хімічних речовин у питних водах

Речовина	ГДК, мг/дм ³	Речовина	ГДК, мг/дм ³
Бензопірен	0,000005	Нітрометан, поліетиленполімін	0,005
Оксидтрибутило лова	0,0002	Ртуть	0,0005
Дихлорпропан	0,0006	Свинець	0,03
Діетилртуть	0,0001	Селен	0,01
Кадмій	0,001	Срібло	0,005
Кобальт, марганець Вісмут, барій	0,1	Талій	0,0001
Бензол, бор	0,5	Тетраетилолово	0,0002
Берилій	0,0002	Стронцій (стабільний)	7,0
Діоксин	0,00000000005*	Бензин, гас	0,1
Діоксин	0,000035**	Фенол, трихлорбефеніл	0,001
Нафталін	0,01	Цинк, кобальт, залізо	0,1
Нітрати (за NO ₃)	45,0	Хром, нікель, мідь, молібден, вольфрам	0,01
Нітрати (за NO ₂)	3,3		

Придатність і безпечність води в епідеміологічному відношенні визначається деякими *бактеріологічними показниками*. Одним з них є вміст у воді кишкової палички (бактерії Колі). Якщо в 1 л води міститься не більше 100 нешкідливих бактерій, то вода безпечна, хвороботворні мікроби інертні. Якщо ж ця норма перевищена, вода стає небезпечною для людини. Згідно зі стандартом в 1 л питної води допускається не більше трьох кишкових паличок, тобто так званий колі-індекс має бути не більше трьох. Обернена величина — колі-титр (кількість кубічних сантиметрів води, в якій міститься одна кишкова паличка) має бути не менше 300.

Для комунально-питного водопостачання широко застосовуються підземні води. Як джерело водопостачання вони мають низку переваг перед поверхневими: краще захищені від забруднення і випаровування, їх ресурси не мають суттєвих сезонних і багаторічних коливань. У багатьох випадках підземні води можуть добуватися поблизу користувача. При цьому введення в експлуатацію водозаборів може відбуватись поступово, зі зростанням потреб.

Підземними водами задовольняють потреби у воді міста в Луганській, Волинській, Закарпатській, Житомирській, Кіровоградській, Рівненській, Полтавській, Сумській, Тернопільській, Херсонській, Хмельницькій, Чернівецькій областях і в Автономній Республіці Крим використання підземних вод для цієї мети досягає 50...80 %. Водопостачання Львова, Полтави, Хмельницького і 27 міст обласного підпорядкування, а також значної кількості селищ міського типу базується виключно на підземних водах.

Ще більше значення мають підземні води як джерело водопостачання в сільській місцевості, де їх використовує близько 80 % сільського населення. В цілому в Україні частка підземних вод у господарсько-питному водопостачанні становить 54 %.

Норми витрачання води на поливання територій в населених пунктах приймаються згідно зі стандартом в залежності від типу покриття, виду зелених насаджень, способу їх поливу, кліматичних умов та інших факторів. Так, на одне миття механізованим способом удосконалених покриттів проїздів і площ норма витрачання води складає 1,2...1,5 л/м². При поливанні вручну (із шлангів) удосконалених покриттів тротуарів і проїздів норма витрачання води на одне поливання становить 0,4...0,5 л/м². На одне поливання зелених насаджень передбачається 3...4, газонів і квітників — 4...6 л/м².

Для деяких потреб комунального господарства (поливання вулиць, зелених насаджень, присадибних ділянок тощо) воду можуть забирати безпосередньо із водного об'єкта без спеціальної обробки. Такі забори є, наприклад, у Києві та інших містах.

Значна частина води, яку забирає комунальне господарство із водних джерел, по каналізаційних системах повертається в них. В цілому по Україні водовідведення становить понад 47 % (1,8 км³/рік).

Поточними проблемами водопостачання є погіршення стану водопровідних мереж. Більшість діючих споруд водопостачання побудовано ще в 1960—1970-х роках за застарілими будівельними нормами, і вони неспроможні забезпечити подачу води необхідної кількості та належної якості. Тому в більшості обласних центрів, а також у Севастополі вода подається за графіком. В аварійному стані перебуває 25 % водогінних мереж. Майже 50 % води з підземних джерел подавались комунальними водогонами з перевищенням стандарту за загальною твердістю, сухим залишком, вмістом заліза, марганцю і фтору.

У 2000 р. не відповідали нормам ГОСТ 2874-82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги и контроль якості» в системах централізованого водопостачання 11,9 % досліджених проб води, за бактеріологічними показниками — 5,1 %, на комунальних водогонах відповідно 9,2 % та 4,0 %, відомчих — 12,3 % та 5,4 %, сільських водоводах 15,7 % та 7,4 % проб. Практично не вирішуються питання переробки мулу.

Основними заходами для економії води в комунальному господарстві має бути зниження втрат питної води у водопровідній мережі (ці втрати становлять понад 30 %); скорочення використання питної води для виробничих потреб; удосконалення запірної арматури; влаштування роздільних внутрішніх господарських систем питного і технічного водопостачання; зменшення питомого водокористування на одного жителя за рахунок економнішого витрачання води (підвищення культури водокористування) тощо.

1.6.2 Промисловість

Серед водокористувачів друге місце за кількістю води, забраної із водних об'єктів, займає промисловість .

Вода в промисловості використовується для випуску продукції, як теплоносії (охолодження нагрітих у процесі виробничих операцій агрегатів, механізмів, інструменту), як поглинач і засіб транспортування, як розчинник, для змішаного використання. Значна кількість води використовується як складова частина промислової продукції, для підтримання необхідних санітарно-гігієнічних умов у виробничих приміщеннях і на території підприємств, для задоволення потреб працюючого персоналу, для створення резервів при гасінні пожеж тощо.

Галузі промисловості діляться на *водоємні* і *неводоємні*. При цьому розрізняють *питому водоємність* виробництва або *питоме водокористування* і *загальну водоємність* підприємства чи галузі. Підприємства з невеликим питомим водокористуванням і значною потужністю можуть мати дуже великий об'єм водокористування. До найбільш водоємних галузей промисловості належать хімічна, целюлозно-паперова, чорна і кольорова металургія.

Питоме водокористування, або витрачання води на одиницю промислової продукції, залежить від потужності підприємства, схеми технологічного процесу та режиму використання води в ньому. Як правило, з укрупненням, переоснащенням і інтенсифікацією виробництва питоме водокористування зменшується, проте величини його за деякими видами продукції ще дуже значна (вугілля – 3...5 м³/т; сталь – 50...150 м³/т; папір – 200...400 м³/т; синтетичне волокно – 2500...5000 м³/т). Нижчі нормативи у північних районах і значно вищі – у південних.

Промисловість є одним із найвідповідальніших водокористувачів (після комунального господарства) і потребує практично безперебійної її подачі. Критерій забезпеченості за кількістю безперебійних за водністю років для неї 95...97 %.

Як зазначалося, промислові підприємства використовують воду

досить рівномірно (якщо вони працюють цілодобово). Коефіцієнт погодинної нерівномірності не перевищує 1,1... 1,2.

Особливості використання води у промисловості. Промислові підприємства є практично в кожному населеному пункті. Це можуть бути невеличкі заводи місцевої промисловості (цегельні, залізобетонних конструкцій тощо), переробки сільськогосподарської продукції або заводи-велетні (металургійні, хімічної промисловості тощо). Вони можуть працювати в одну, у дві чи три зміни. Воду найчастіше витрачають протягом робочої зміни. Деякі з підприємств не працюють в окремі періоди року. Потреби підприємств у воді складаються з технологічних і господарсько-питних. Режим споживання води на технологічні потреби залежить від устаткування, технології виробництва та інших факторів і встановлюється технологами.

Промислові підприємства витрачають велику кількість води, а деякі підприємства вимагають навіть безперервної подачі води. Із збільшенням потужності підприємств, використанням складних технологічних процесів потреби у воді збільшуються. Витрати води, які споживає промисловість, у десятки разів перевищують кількість води, що споживає населення. Наприклад, кількість води, що використовується тільки на охолодження металургійними підприємствами, складає більше 5 млрд. м³ на рік, що у два рази перевищує водоспоживання населення.

На підприємствах в залежності від прийнятих технологій, виготовленої продукції, потужності, займаних площ може існувати декілька систем водопостачання. В цілому системи водопостачання промислових підприємств можна поділити на такі:

1. Господарсько-питні.
2. Протипожежні.
3. Виробничі.

Господарсько-питна система подає воду для питних та інших потреб робітників і службовців протягом зміни, а також для прийняття душів протягом 45 хв. після закінчення зміни. Залежно від виду виробництва (холодні або гарячі цехи) в розрахунках встановлюють графік витрачання води протягом зміни. Воду забирають питними фонтанчиками, раковинами, мийками, різними санітарними приладами. Для розрахунків вважають, що воду споживають усі працюючі, а душами користується якась частина їх. Кількість працюючих, які приймають душ, встановлюють залежно від типу виробництва. Якість води повинна відповідати вимогам «Вода питна».

Протипожежна система має подавати воду тільки під час пожежі із зовнішньої та внутрішньої мереж. Витрати води на пожежегасіння можуть бути великими, але це спостерігається дуже рідко. Використовувати можна воду як питної, так і іншої якості.

Виробнича система забезпечує водою тільки виробничі процеси. При

цьому в залежності від типу виробництва на підприємстві можуть бути споживачі з різними вимогами до якості води. Як приклад, розглянемо водопостачання сучасного заводу синтетичного каучуку. На заводі існує 10 мереж води різної якості:

- 1) вода річкова технічна (неочищена);
- 2) технічна очищена до вмісту завислих речовин 20 мг/дм³;
- 3) технічна профільтрована до вмісту завислих речовин 5 мг/дм³;
- 4) охолоджуюча оборотна технічна вода;
- 5) прояснена і охолоджена до 7°C, яка відводиться з температурою 12°C;
- 6) вода частково зм'якшена натрій-катіонуванням з жорсткістю до 0,7 мг-екв/дм³, яку використовують на відмивку каучуку;
- 7) зм'якшена натрій-катіонуванням до 0,05 мг-екв/дм³, яку використовують для приготування каталізатора та живлення котлів-утилізаторів тепла;
- 8) знесолена до 20-30 мг/дм³;
- 9) вода господарсько-питна;
- 10) протипожежна.

Для підприємств, які є великими споживачами неочищеної води, звичайно будують самостійний виробничий водопровід. Великі підприємства, які розташовані за межами населеного пункту, мають роздільні системи господарсько-питного та виробничого водопроводів. Протипожежний водопровід здебільшого об'єднують з господарсько-питним. Невеличкі підприємства здебільшого підключають до водопроводу населеного пункту. У разі потреби в якісній воді (кращій ніж питна) для якогось цеху або приладу можна робити локальні установки поліпшення якості води.

Кількість і якість води для виробничих потреб залежать від характеру виробництва, схеми технологічних процесів, використовуваного обладнання, можливих джерел водопостачання. Звичайно, ці параметри задають технологи і вони можуть коливатися в дуже широких межах. Різноманітні вимоги до якості води потребують навіть різних виробничих систем. Вимоги до якості води дуже часто визначають можливі схеми водопостачання. В деяких випадках якість води може визначати питоме водоспоживання. Так, при охолодженні мартенівських пічок на Донбасі жорсткою водою на одну піч використовується 250-500 м³/год, а на Уралі при більш якісній воді – всього 150-300 м³/год.

Типи водоспоживання у виробництві.

Вода у промисловості витрачається на самі різноманітні цілі. У цілому водоспоживання у виробництві можна класифікувати так: охолодження, промивання, пароутворення, гідротранспорт, у складі продукції. В залежності від ролі, що виконує вода у системах виробничого водопостачання, її можна поділити на чотири категорії:

Вода I категорії використовується для охолодження обладнання і продукту в теплообмінних апаратах (без контакту з продуктом). Вода тільки нагрівається і практично не забруднюється.

Вода II категорії використовується як середа, що поглинає та транспортує домішки, без нагрівання (збагачення корисних копалин, гідротранспортування). Вода забруднюється механічним та розчинними домішками, але не нагрівається.

Вода III категорії використовується також як середа, що поглинає та транспортує механічні та розчинні домішки, з нагріванням (уловлювання та очищення газів, гасіння коксу та інше).

Вода IV категорії використовується в якості розчинника реагентів, наприклад при флотаційному збагаченні копалин тощо.

Воду на охолодження використовують для конденсації пари, охолодження печей, машин, агрегатів. Звичайно, питома вага цих витрат значно перевищує інші витрати води і безперервно зростає. Так, в чорній і кольоровій металургії, в нафтопереробній промисловості на водяне охолодження використовується 95% води і тільки 5% на підсобні потреби, в хімічній та коксохімічній відповідно 90% і 10%.

Промивання водою сировини або продукції здійснюється, наприклад, на таких підприємствах, як шкіряні, консервні, овочесушильні, цукрові тощо. Водою змивають різне сміття, жир, мул. Вода використовується для промивки, замочування, та зволоження у целюлозно-паперовій, текстильній та вовнапереробній промисловостях.

Пару, яку одержують на різноманітному за потужністю та конструкцією паросиловому обладнанні, використовують практично на всіх підприємствах для обігріву приміщень, підігріву різних матеріалів, прогріву продукції – скажемо залізобетонних плит на заводі будівельної індустрії тощо.

Гідротранспорт передбачає транспортування потоком води лотками або жолобами шлаку, золи, сировини тощо. Його можна використовувати, наприклад, на теплосилових станціях для транспортування шлаку і золи, в доменному виробництві для транспортування шлаку, на збагачувальних фабриках для транспортування різних відходів, на цукрових заводах для транспортування цукрових буряків тощо.

Вода у складі продукції – прикладом можуть бути харчова промисловість, будівельна індустрія. Це стосується виготовлення консервів і продукції на овочесушильних виробництвах, молочних заводах, виготовлення цегли на цегляних заводах тощо.

Наприклад, на теплових електростанціях 85% загальної витрати води використовується на охолодження, 12% – на транспортування золи (на станціях, де вугілля використовують як паливо), 3% – на приготування пари. В цілому, по всіх видах промисловості 70-75% води витрачається на охолодження механізмів та апаратів різних технологічних процесів.

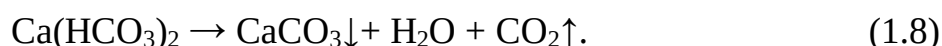
Основні випадки використання води у промисловості:

1. Вода не підлягає термічному впливу.

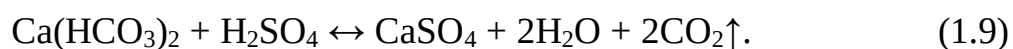
В таких процесах, як гідротранспорт, мийка деталей або обладнання, сольовий склад води практично не змінюється, і тому не чинить шкідливого діяння на об'єкт, з яким контактує. В процесі використання така вода придбає тільки механічні забруднення. Для повторного використання цієї води достатньо її освітлення за допомогою відстоювання. Чим більший розмір отворів розподільчих та розбризкувальних пристроїв, тим менші вимоги до степені освітлення води, що використовується в оборотній системі.

2. Вода підлягає термічному впливу.

В оборотних системах охолодження теплообмінної апаратури вода багаторазово нагрівається та охолоджується у інтервалі 20-40°C. При цьому у зв'язку з випаровуванням частини води на градирні зростає кількість солей, у тому числі погано розчинних солей карбонатної жорсткості, які здібні утворювати накипі. В основному утворюються відкладення карбонату кальцію внаслідок порушення вуглекислотної рівноваги, що інтенсифікується з підвищенням температури.



Для запобігання цьому технічну воду підкислюють сірчаною кислотою, в результаті чого солі карбонатної жорсткості перетворюються у краще розчинні сульфати, тобто карбонатна жорсткість переходить у некарбонатну.



3. Вода нагрівається до 140°C.

Це діється при підготовці гарячої води для систем гарячого водопостачання міста. Повне знесолення води у цьому випадку не потрібно, тому достатньо забезпечити запобігання корозії в опалювальних приладах міста та утворення накипі. З цією метою з води спочатку видаляються корозійно-активні гази (O_2 , CO_2), а потім на натрій-катіонітних фільтрах катіони кальцію та магнію, що утворюють накипі, замінюються на катіони натрію, солі якого добре розчинні.

4. Вода повністю випаровується.

При отриманні технологічної пари вода повністю переходить з рідкого стану у пароутворення. Тому солі, що містяться у воді можуть кристалізуватись на теплообмінній поверхні труб парових котлів. Підготовка води для отримання пари полягає у повному видаленні усіх розчинних у воді компонентів на спорудах хімводоочищення. Технологічний ланцюжок цього очищення включає послідовне видалення

усіх компонентів в залежності від простоти вилучення цих компонентів. Спочатку з води видаляються корозійно-активні гази. У зв'язку з поганою розчинністю газу у гарячій воді для цього воду достатньо нагріти. Після цього з води собційним засобом вилучаються органічні речовини (нафтопродукти, гумінові солі). Розчинні неорганічні солі, що залишились у воді вилучають послідовно на катіонообмінних і аніонообмінних фільтрах. На катіонообмінних фільтрах усі металеві катіони замінюються на катіони водоводу. Для вилучення аніонів використовують виключно аніоніти, в яких усі аніони (кислотні залишки) замінюються на гідроксид-аніони. Таким чином вода повністю знесолюється.

Різні виробництва мають неоднакові вимоги. Найвищі вимоги висувають харчова галузь промисловості, найменші - виробництва, де вода використовується як засіб транспорту. Для ряду галузей промисловості якість води оцінюється за стандартами *твердості, накипоутворення, схильності до корозії, піноутворення й агресивності*. Навіть для такої галузі, як текстильна, для виробництва вода має бути високої прозорості, з незначним вмістом заліза (не більше 0,3 мг/л) і твердістю не більше 7 мг-екв/л. Високі вимоги до якості води висувають також збагачувальні фабрики добувної промисловості, де вона використовується для флотації.

Для задоволення потреб у воді працюючого персоналу є нормативи, згідно з якими на кожного робітника в звичайному цеху необхідно мати 25, а в гарячих цехах — 35 л води на зміну. Крім того, передбачається використання води для миття із розрахунку 40...60 л на кожного, хто користується душем. Додатково враховується необхідність прибирання приміщень і поливу зелених насаджень на території промислового підприємства.

Нарешті, певна кількість води необхідна для гасіння пожеж, які можуть виникнути на підприємстві. Залежить вона від ступеня вогнестійкості будівель, їх кубатури та категорії виробництва і змінюється від 5 до 30 л/с. Розрахункова тривалість пожежі дорівнює трьом годинам.

Вимоги до якості води, що застосовується у промисловості.

Вимоги до якості води встановлюються в залежності від вимог технологічного процесу та схеми виробництва. Основною вимогою є те, щоб вода, яка використовується, не порушувала санітарно-гігієнічного стану робочих місць і технологічного процесу виробництва. У зв'язку з цим, вода:

- повинна бути нешкідлива для обслуговуючого персоналу;
- не повинна погіршувати якість продукції;
- не повинна викликати корозії;
- не повинна давати карбонатних та інших сольових відкладів і не викликати біологічного заростання;
- не повинна погіршувати техніко-економічні показники виробничого процесу.

В залежності від цільового призначення вода на технологічні потреби промислових підприємств повинна відповідати самим різноманітним вимогам. Ці вимоги авжеж нижчі за вимоги ГОСТ 3874-83 «Вода питна» і таку воду називають технічною, тобто не придатною для пиття. Однак для ряду виробництв за деякими показниками ці вимоги можуть бути значно вище, оскільки для багатьох галузей промисловості виключно важливе значення має додержання вимог відносно змісту у воді різних речовин. Так, наприклад,

- у воді, яку використовують для виготовлення кіно- і фотоматеріалів, не повинно бути марганцю, заліза, кремнієвої кислоти, концентрація хлоридів не повинна бути високою;

- жорсткість води для виготовлення розчинів кислот та луг, мила, барвників – не повинна перевищувати 0,35 мг-екв/дм³;

- вода, яка використовується для промивних цілях, не повинна містити речовини, які негативно впливають на матеріал, що промивається.

Більша частина води, яка подається на потреби промислових підприємств використовується в охолоджуючих системах прямоточного або оборотного водопостачання.

Вимоги до якості води визначаються з умов її використання в конкретних технологічних схемах з урахуванням специфіки виробництва. Усі вимоги зводяться до забезпечення вискоєфективної роботи теплообмінного обладнання. При цьому на поверхні охолоджуючих елементів не повинно виникати корозійних процесів та утворення сольових механічних або біологічних відкладів. Інакше будуть порушені умови теплопередачі, збільшаться енергетичні витрати, погіршаться експлуатаційні характеристики системи та буде відбуватися руйнування конструкційних матеріалів.

Природні води, які використовуються в системах технічного водопостачання і в яких не відбувається сольових відкладів, тобто не випадають солі карбонатної жорсткості при температурі 40-60°C, прийнято називати *термостабільними*. Карбонатна жорсткість цих вод не перевищує 4 мг-екв/дм³ для прямоточного водопостачання, та 2-3 мг-екв/дм³ – для оборотного.

Обмежено термостабільними називають води, якщо утворення карбонатних відкладів відбувається при накопиченні солей кальцію.

Не термостабільні води – це коли при нагріванні води відразу утворюються відкладення.

В практиці водопідготовки *стабільною* прийнято називати воду, яка при визначеній температурі не здібна виділяти нерозчинні сполуки карбонату кальцію та не є агресивною, тобто не руйнує конструкційні матеріали.

Джерелами промислового водопостачання в основному є поверхневі води.

У промисловості найбільшими водокористувачами є енергетика, (60 %), чорна металургія (17 %), хімічна та нафтохімічна промисловість (6 %), харчова промисловість (5 %). Це — найбільш водоемні галузі, оскільки використовують приблизно 90 % води для потреб промисловості.

Необоротні втрати води в промисловості складаються із втрат на випаровування при охолодженні води і на фільтрацію в ставках-охолоджувачах, ставках-освітлювачах або у природних водоймах, куди скидається нагріта вода; втрат від віднесення вітром; втрат в очисних спорудах тощо.

Для промислових підприємств характерний великий об'єм водовідведення при порівняно незначному об'ємі необоротного водокористування.

Так, в Україні, наприклад у 1985 р., який відзначився найбільшою загальною кількістю забраної води, із сумарного водокористування 36 км^3 на промисловість, враховуючи енергетику, припадає $16,8 \text{ км}^3$ (від загального об'єму 47 %) . Необоротне водокористування складає лише $4,3 \text{ км}^3$ (23 %). Отже, водовідведення дорівнює $12,5 \text{ км}^3$, або 77 % від сумарного водозабору.

Економне витрачання водних ресурсів. можна досягти шляхом вдосконалення технологій, впровадження сухого повітряного охолодження замість водяного, більш широкого впровадження оборотного водопостачання, від'єднання промислових підприємств від водопроводів питного призначення та переведення підприємств на використання так званої технічної води, тобто безпосередньо із водних об'єктів тощо. Такі заходи здійснюють економію природної води, але, що особливо важливо, і зменшують скидання у водотоки та водойми промислових стічних вод.

Важливим напрямом у раціоналізації водопостачання промисловості є удосконалення існуючих і розробка нових очисних споруд, які забезпечують необхідну очистку стічних вод, і децентралізація очистки (за видами забруднювачів), котра ефективніше зменшує якісне виснаження водних ресурсів.

У результаті впровадження цих заходів повне водокористування промисловістю у 80-х роках ХХ ст. зменшилося порівняно з попередніми, тоді як необоротне водокористування весь час збільшувалось. У системах оборотного і повторного використання в Україні перебуває 59 км^3 води, що надає можливість економити близько 80 % свіжої води (8 км^3).

При використанні води із водних об'єктів для потреб промисловості водокористувачі зобов'язані дотримуватись встановлених умов спеціального водокористування, екологічних вимог, а також вживати заходи щодо зменшення витрачання води (особливо питної).

1.6.3 Енергетика

Енергетика як галузь промисловості є найбільшим користувачем води (60 % всієї води, що забирає промисловість) і має деякі специфічні особливості водокористування.

Виробництво електроенергії з використанням водних ресурсів здійснюється на теплових, атомних і гідравлічних станціях. Із загальної кількості електроенергії, яка виробляється в Україні, на частку теплових станцій, за показниками 1998 р., припадає 47,3 %, атомних — 43,5 %, гідроелектростанцій — 9,2 %.

Для роботи теплових і атомних станцій необхідна велика кількість води, яка витрачається на виробництво пари в котлах і конденсацію відпрацьованої пари, на охолодження масла, газу, повітря, підшипників, для гідравлічного видалення попелу, шлаку, шламу тощо.

Розміри водокористування *теплових електростанцій (ТЕС)* залежать від системи водопостачання, виду палива, встановленого обладнання та природних умов району. Тому часто теплові електростанції доводиться розташовувати безпосередньо біля родовищ палива, інколи — в районах з обмеженими водними ресурсами (наприклад, у Донбасі), що зумовлює необхідність створення спеціальних водосховищ.

Величина забору свіжої води залежить від системи водопостачання електростанцій. Економічно вигіднішими для електростанцій є прямоточні, або ставкові, системи водопостачання, які облаштовують у районах із достатніми водними ресурсами. При обмежених водних ресурсах упроваджують оборотні системи водопостачання, витрата води при цьому зменшується в 13 разів.

Вимоги до якості води на теплових електростанціях визначаються видом її використання. Для конденсації пари, наприклад, достатньо природних вод, очищених від крупних завислих наносів, із твердістю, що не перевищує 4 мг-екв/л; для технологічних процесів потрібна м'яка вода, знесолена до дуже малих концентрацій солей (для котлів високого тиску) або із невеликим вмістом солей (для парового циклу). Для інших підсобних процесів придатна вода будь-якої якості, в тому числі відпрацьована.

Характерною рисою водокористування теплових електростанцій є невеликі необоротні втрати води. Вони складаються із природного випаровування з поверхні водосховищ, додаткового випаровування при скиданні підігрітої води, втрат в градирнях і бризкальних басейнах, при хімічній водоочищенні гідропопелувидаленні, при фільтрації в ставках-охолоджувачах. Сумарно ці втрати складають в середньому по теплоенергетиці 2,7 % від загального водокористування.

У процесі проходження крізь охолоджуючі установки станцій вода

нагрівається. Температура її порівняно з початковою підвищується влітку на 7...8 °С, а взимку — на 12... 14 °С. Для попередження теплового забруднення водотоків і водойм стічна вода охолоджується в спеціальних водосховищах-охолоджувачах, бризкальних басейнах або градирнях.

Стічні води теплових електростанцій належать до умовно чистих. При скиданні у водойму або виході із охолоджувача для повторного використання температура води має перевищувати температуру води водойми не більше ніж на 3...5 °С. Проте навіть незначний підігрів води порівняно з природною температурою водного джерела сприяє виникненню низки біологічних і хімічних змін її якості: прискорюється обмін речовин організмів, які містяться у водоймі, збільшується споживання ними їжі та кисню з води, гальмуються процеси самоочищення води, збільшується ріст синьо-зелених водоростей тощо. Дуже забруднені стічні води поступають у відстійники-випарники.

Особливістю розміщення теплових електростанцій є й те, що вони концентруються в районах з великим електронавантаженням, тобто в крупних промислових районах і вузлах, що значно посилює напруженість водогосподарських балансів. Зростаюча територіальна концентрація виробництва електроенергії призводить до значного збільшення потреб у воді. Тому проблема розміщення великих теплових електростанцій все тісніше пов'язується зі станом водозабезпеченості відповідного району.

Значними користувачами води в енергетиці стали *атомні електростанції (АЕС)*. яких в Україні п'ять — це Запорізька, Південноукраїнська, Рівненська, Хмельницька та Чорнобильська. Загальна потужність яких становить 12,8 млн. кВт. Водокористування АЕС подібне до водокористування теплових електростанцій. Основна різниця полягає лише в тому, що порівняно з ТЕС, які працюють на парі закритичних параметрів, на атомних електростанціях, що працюють на парі низьких параметрів, питома водокористування збільшується в 1,8...2,0 рази .

В роботі атомної електростанції вода використовується як уповільнювач в активній зоні реакторів на повільних нейтронах (перший контур) і слугує для відведення тепла, що виділяється в акційній зоні. Для цього використовується знесолена вода. У другому контурі вода використовується для роботи турбін, вона виконує ту саму функцію, що й на паротурбінній тепловій електростанції.

Вода, яка використовується як уповільнювач в активній зоні, перебуває в замкненому циклі, її стоки незначні й після спеціальної очистки скидаються у водойму. Вода охолоджувального циклу радіоактивного забруднення не має.

При переході в атомній енергетиці на реактори, що працюють на швидких нейтронах, вода в них також використовується як уповільнювач, але загальне водокористування при цьому збільшується.

При скиданні використаної води з теплових і особливо атомних

електростанцій у водні об'єкти значно підвищується температура води в них, що зумовлює теплове забруднення. Особливо це характерне для прямої системи водопостачання, коли у водоприймач скидається гаряча вода.

З гідроенергетикою пов'язане регулювання стоку, міжбасейновий перерозподіл вод, розвиток деяких галузей промисловості, сільського господарства, транспорту, рибного господарства, організація відпочинку тощо.

Гідроелектростанції (ГЕС) є крупними водокористувачами. Вони повністю використовують (пропускають крізь турбіни) весь стік річок у маловодні роки, і частково – в середньо- та багатоводні роки. Досягається це акумуляцією надлишкового стоку весняного водопілля та дощових паводків у водосховищах і спрацюванням останніх у періоди відносно низького стоку. У каскадах гідроелектростанцій досягається найбільший ефект енергетичного використання водних ресурсів.

Загальний енергетичний потенціал річкового стоку України складає в середньому за рік 44,7 млрд. кВт • год.

Проте із загального енергетичного потенціалу може бути освоєна лише певна частина, яка і характеризує технічно можливе використання гідроенергетичного потенціалу і називається **технічним потенціалом**. Величина його в Україні складає 21,5 млрд. кВт • год. Основною ж характеристикою гідроенергоресурсів в усьому світі вважається їх **економічний потенціал** — та частина гідроенергетичних ресурсів, яка може бути реалізованою шляхом виробництва електроенергії на ГЕС, доцільність будівництва яких обґрунтована проектами як економічно ефективний захід. Економічний потенціал гідроенергетичних ресурсів України дорівнює 17 млрд. кВт • год.

Нині на річках України діють 57 гідроелектростанцій, із них 49 — на малих річках.

ГЕС України в середній за водністю рік виробляють близько 10,3 млрд. кВт год електроенергії (приблизно 61 % економічного потенціалу).

Гідроенергетика висуває вимоги до режиму стоку — подачі певних об'ємів води під заданим напором і по можливості чистої, без наносів, або їх мінімумі. Зміна режиму річок під впливом гідроелектростанцій не зменшує запаси водних ресурсів. Навпаки, водосховища гідроелектростанцій є акумуляторами запасів води.

Використання води гідроелектростанціями по суті є *транзитним проточним водокористуванням*. Необоротне водокористування складає при цьому ту кількість води, яка йде на додаткове випаровування з поверхні їх водосховищ.

Оскільки вимоги гідроенергетики до режиму водних об'єктів часто не збігаються з вимогами інших водокористувачів, перед гідроенергетикою

гостро постала проблема узгодженості використання водних ресурсів.

Внаслідок будівництва гідроелектростанцій часто відбуваються корінні зміни якісного стану водойм, зумовлені уповільненням водообміну. *Транзитний тип природного кругообігу*, властивий річкам, у водосховищах *перетворюється майже в замкнутий, озерний*. Відбуваються зменшення швидкостей течії та каламутності, змінюються гідрохімічні умови, а це впливає на біологічні особливості планктону і бентосу водосховищ, призводить до зміни річкового типу планктону озерним.

Гідроелектростанції мають *низку переваг* порівняно з тепловими і атомними станціями, а саме: невичерпність енергетичних ресурсів, високий ступінь їх використання (до 90 %), низькі собівартість енергії, що виробляється, і затрати праці на одиницю потужності (у 10 разів менші, ніж на ТЕЦ і АЕС). Висока маневреність ГЕС робить їх незамінними в енергосистемах, вони створюють умови для рівномірнішої роботи теплових і атомних електростанцій, чим підвищують їх надійність й економічність, поліпшують показники всієї енергосистеми.

Режим використання води на ГЕС визначається споживанням енергії різними галузями народного господарства, яке в енергосистемах нерівномірне, змінюється протягом доби, тижня, місяця та року і може бути виражене у вигляді графіків енергетичних навантажень.

Річний і добовий графіки навантаження енергосистеми відрізняються дуже значно. Перший має відносну нерівномірність, а другий – дуже велику нерівномірність, з двома піками – ранковим та вечірнім. Вони зумовлюються в основному різкими змінами витрачання електроенергії на різні побутові та і комунальні потреби й одно - чи двозмінною роботою (промислових) підприємств. Тижневі, місячні, сезонні та річні зміни споживання електроенергії внаслідок специфіки відповідних виробництв.

Для покриття графіка навантаження потужність ТЕС і АЕС має змінюватись, що утруднює їх роботу і зменшує ККД. У покритті графіка навантажень неоцінимої допомоги енергосистемам надають і ГЕС і ГАЕС, які легко сприймають нерівномірне навантаження. Сумарна потужність всіх ГЕС і ГАЕС в Україні становить 4,7 млн. кВт.

Гідроелектростанції України в енергосистемах *виконують функції регулюючих потужностей* — покривають піки та заповнюють провали графіків навантаження, відповідно з чим планується використання води.

Як регулюючі потужності енергосистем використовуються і *гідроакумулюючі електростанції*. Такою є Київська ГАЕС (1972 р.) потужністю 225 тис. кВт, яка побудована при Київській ГЕС. Робота ГАЕС полягає в тому, що запаси води (і енергії) у верхньому б'єфі гідровузла створюються перекачуванням її з нижнього б'єфа в період спаду навантаження в енергосистемі. При підвищенні навантажень в енергосистемі вода скидається в нижній б'єф і виробляє енергію.

ГАЕС виробляють на 25...30 % електроенергії менше, ніж споживають її для перекачування води у верхній б'єф і мають від'ємний коефіцієнт корисної дії). Але вони вигідніші ніж малоефективні маневрові газо- і паротурбінні електростанції, які спалюють у 1,5 разів більше палива, ніж великі базові теплоелектростанції, що значно економить паливо.

ГАЕС характеризуються незначним впливом на довкілля порівняно з іншими енергоустановками .

В інших країнах будівництво ГАЕС ведеться давно, і викликане воно тим, що в деяких із них економічний потенціал гідроенергоресурсів вичерпаний, а проблема покриття пікових навантажень енергосистем залишилась. В Європі вони стали споруджуватись ще в 20—30-х роках, а найбільшого поширення набули починаючи з середини 50-х років (в Швейцарії, Франції, Австрії, ФРН, Італії, Іспанії, Польщі, Чехії і Словачії). ГАЕС мають також США, Канада і Японія.

У колишньому СРСР побудовано ГАЕС під Москвою (Загорська). Запроектовані ГАЕС під Санкт-Петербургом, Мінськом, у Литві й інших місцях. В Україні закінчується будівництво Дністровської та Ташлицької (на Півд. Бузі) ГАЕС.

1.6.4 Сільське господарство

Вода в сільському господарстві використовується на зрошення, обводнення і сільськогосподарське водопостачання. На відміну від промисловості, в сільському господарстві заміни їй немає.

Сільське господарство є постійним водокористувачем в основному із необоротним водокористуванням.

На прикладі 1985 р., як найбільшого за кількістю забраної води (15,4 км³) відбувався такий розподіл: на потреби зрошення і зволоження пішло 9,2 км³, водопостачання сільських населених пунктів — 1,6, на поповнення рибогосподарських ставків і тимчасові водозабори — 5,0 км³ води; сумарне необоротне водокористування становило 12,5 км³ або майже 81 % від повного. Отже, найбільше води йде на потреби зрошувального землеробства.

Зрошення земель — одна з основ одержання високих і стійких врожаїв різних сільськогосподарських культур.

Основне завдання зрошення полягає у штучному зволоженні ґрунту і підтриманні його вологості в необхідних межах протягом всього вегетаційного періоду для забезпечення високої продуктивності сільськогосподарських культур і зменшення їх залежності від атмосферного зволоження.

В Україні зволожується близько 2,5 млн. га земель, або 7,5 % від

загальної площі ріллі. Основу зрошувального землеробства складають державні зрошувальні системи. В інших країнах світу частка зрошуваних земель набагато вища і становить у США 13 %, Італії — 31,4, Болгарії — 31,2, Румунії — 23,7, Мексиці — 21,3 %.

У практиці зрошення застосовують *поверхневий самопливний полив* по борознах, смугах або затопленням, *дощування* і *підґрунтовий*. В Україні переважає *дощування* (90 % площі), що надає можливість економити воду та підвищувати коефіцієнт використання землі. Поверхневий полив використовується переважно при вирощуванні рису, а також у незначній частині садів і виноградників.

Загальна кількість води на гектар зрошувальної площі, яка надходить за вегетаційний період, або *зрошувальні норми* залежать від природних умов, способу зрошення, вимог агротехніки, виду сільськогосподарських культур і змінюється у широкому діапазоні. Орієнтовні зрошувальні норми для деяких сільськогосподарських культур в умовах України наведено в табл. 1.8.

Таблиця 1.8 – Орієнтовані зрошувальні норми, м³/га

Культура	Південний степ	Північний степ	Лісостеп
Кукурудза	3600	2900	2200
Озима пшениця	2600	1700	1500
Цукрові буряки	4100	3400	2500
Горох	1800	1200	1000
Картопля рання	2400	1800	1200
Помідори	4000	3000	2000
Огірки	3200	2400	1600
Капуста рання	2000	1600	1200
Люцерна	4500	3600	2500
Сад	3600	2600	1600

Зрошення здійснюється в основному поверхневими водами. Для зрошення можуть використовуватись також стічні та колекторно-дренажні води, якщо їх показники придатні для цього. Такий процес зменшує кількість скидних забруднених вод. За поливний сезон використовується понад 200 млн. м³ стічних вод.

Зрошуване землеробство ставить досить високі вимоги до якості води. Повністю *придатною* для поливу є вода, вміст розчинених солей в якій не перевищує 1,5 г/л; при вмісті солей 1,5...5,0 г/л вода вважається *обмежено придатною*, а за більшого вмісту солей — *непридатною без попередньої обробки*. Важливим показником якості води є її *каламутність*. За наявності дрібних завислих наносів діаметром 0,005 мм і менше вода вважається якісною, наноси діаметром понад 0,2 мм не цінні як добрива і замулюють канали, що потребує очищення і, отже, додаткових затрат.

Одним із важливих завдань у зрошуваному землеробстві є *економія водних ресурсів*, оскільки величина питомого водокористування ще досить велика (3900 м³/га), що пов'язане з порівняно низькими коефіцієнтами корисної дії зрошувальних систем і надлишковим забором води із водних об'єктів.

Економне використання води досягатиметься в результаті проведення низки заходів: реконструкції застарілих зрошувальних систем; проведення заходів задля зменшення втрат води на фільтрацію в магістральних і розподільчих каналах і на випаровування; автоматизації управління зрошувальними системами; переходу на зрошення дощуванням і підґрунтовим зволоженням; забезпеченням усіх зрошувальних систем дренажем; повторним використанням для зрошення скидних вод тощо.

Втрати води в міжгосподарській мережі каналів і водопроводів складає до 15 % води, а у внутрігосподарській мережі - до 4...6%

Обводнення (штучне створення джерел води) головним чином здійснюється в зонах недостатнього і нестійкого зволоження задля задоволення місцевих потреб у воді (питне і господарсько-побутове водопостачання, вибіркове зрошення невеликих ділянок, забезпечення водою пасовищ).

Обводнення відбувається за рахунок місцевих водних ресурсів (шахтні колодязі, ставки, каптажні камери, свердловини) або за рахунок вод із суміжних територій. Штучно створені водойми можуть використовуватись комплексно — для розведення риби, вирощування водоплавних птахів, у протипожежних цілях тощо.

Сільськогосподарське водопостачання — це механізована подача води в сільські населені пункти, на тваринницькі ферми, польові стани і бригади, а також на пасовища, які розкидані на великих територіях.

Значна кількість води необхідна для безпосереднього споживання її населенням і тваринами, які ставлять високі вимоги до якості води. Найвищим вимогам звичайно повинна відповідати питна вода. Вода для худоби за якістю може допускати і деякі відхилення. Це стосується районів, які недостатньо забезпечені прісними водами; в них для питного водопостачання та інших господарських цілей використовуються солонуваті й засолені води з мінералізацією до 3...5 г/л і більше (вівці-до 5 г/л).

Твердість води для овець і птиці має не перевищувати 30...45 мг-екв/л, для великої рогатої худоби — 14...18. Температура води для тварин по можливості має бути від 8 °С до 15 °С.

Каламутність води знижує продуктивність худобі на 40...70 %.

Для сільськогосподарського водопостачання властиві великі об'єми необоротного водокористування (через відсутність централізованої каналізації) та менше, порівняно з комунально-побутовим водопостачанням в містах, питоме водокористування.

При вирішенні питань водозабезпечення використовують нормативи, розроблені для сільськогосподарського водопостачання. Зокрема середньодобова (за рік) *норма господарсько-питного водокористування на одного жителя* для сільських населених пунктів становить:

- за наявності внутрішнього водопроводу і каналізації (без ванн) — 125...160 л/добу;
- за наявності внутрішнього водопроводу і каналізації з ваннами і місцевими водонагрівачами — 160...230 л/добу;
- за наявності внутрішнього водопроводу, каналізації і централізованого гарячого водопостачання — 250...350 л/добу.

Для сільських населених пунктів із кількістю жителів до 3 тис. чоловік норма водокористування менша. При водопостачанні із водозабірних колонок норма водокористування становить 30...50 л/добу.

Норми витрачання води на одну голову худоби, коней, свиней та птиці на сільськогосподарських фермах і комплексах такі: *корови молочні* — 100 л/добу, *корови м'ясні* — 70, *молодняк великої рогатої худоби до двох років* — 30, *телята до шести місяців* — 20, *коні робочі* — 60, *свиноматки з поросятами* — 60, *свині на відгодівлі та молодняк* — 15, *гуси і качки* — 2 л/добу.

У посушливих районах вказані норми збільшуються на 25 %. У норми включено витрати води на миття приміщень, кліток, посуду, приготування кормів, охолодження молока тощо. На прибирання гною передбачаються додаткові витрати води від 4 до 10 л на одну тварину. Коефіцієнт погодинної нерівномірності водокористування для тварин дорівнює 2,5.

Середньодобова норма витрати води на один трактор — 100, автомобіль — 50 л.

У цілому в Україні водозабір на потреби сільськогосподарського водопостачання (у період 1981—1990 рр.) складав понад 1,6 км³ на рік. У 1999 р. цей показник знизився до 0,64 км³ на рік. Питоме водокористування сільським населенням значно менше, ніж міським. Напрями економії води при сільськогосподарському водопостачанні:

- подальше розширення централізованого водопостачання, за якого зменшуються необоротні втрати;
- зменшення втрат води із трубопроводів, при переповненнях водонапірних башт і водопійних корит;
- організація раціонального режиму напування худоби;
- застосування менш водоемких технологій на тваринницьких комплексах (наприклад, при прибиранні гною);
- обладнання фонтануючих свердловин на водопійних пунктах краново-регулюючими пристроями тощо.

1.6.5 Рибне господарство

Рибне господарство як галузь водного господарства найтісніше пов'язане з водними ресурсами. Неодмінна умова його існування — чиста вода. Її температура для нормального розвитку риби влітку має бути 13...27 °С. Вміст кисню у воді менше 3 см³/л несприятливо впливає на життєдіяльність риби, а менше 0,5 см³/л призводить до її загибелі. Неприпустимою є наявність у воді ароматичних вуглеводів, вільного хлору, поліхлорпінелу, гексахлорану, технічного ДДТ, жирів, мила, смоли, воску, важких вуглеводів, сполук свинцю, міді, цинку, ціанідів, фтору, барію тощо, ГДК деяких речовин наведені у табл. 1.9.

Таблиця 1.9 – Гранично - допустима концентрація інгредієнтів для рибного господарства

Інгредієнт	Гранично - допустима концентрація	Інгредієнт	Гранично - допустима концентрація
Аміак	0,05	Миш`як	0,05
Анілін	0,0001	Натрій (катіон)	120,0
Ацетон	0,05	Нафта і нафтопродукти	0,05
Бензол	0,5	Перекис водню	0,01
Бутило вий спирт	0,03	Сvineць	0,1
Гексахлоран	Відсутня	Сірка	10,0
Гліцерин	1,0	Скипидар	0,2
Дихлофос	Відсутня	Сульфат (аніон)	100,0
ДДТ технічний	Відсутня	Феноли	0,001
Залізо сірчано - кисле закисне	0,1	Формалін	0,25
Калій (катіон)	50,0	Фосфор елементарний	Відсутня
Кальцій (катіон)	180,0	Фтор (іон)	0,05
Карбофос	Відсутня	Хлориди(аніон)	300,0
Лимонна кислота	1,0	Хлор вільний	Відсутня
Магній (катіон)	40,0	Хлорофос	0,01
Марганець (іон)	0,01	Хром	0,001
Мідь	0,001	Цинк	0,01
Мочевина	0,1		

Усі водні об'єкти, як використовуються для вилову і розведення риби або мають значення для її відтворення, є рибогосподарським фондом

(річки, водосховища, озера, лимани, стави, водойми сажалково - басейнових та нерестово-вирощувальних господарств). Вода у рибному господарстві використовується без спеціальної підготовки; без очистки вона скидається у водотоки і водойми.

У водних об'єктах України водиться прохідна, напівпрохідна і туводна риба.

Прохідна — це риба, яка зростає в морі, а для нересту заходить у річки, піднімаючись на багато кілометрів до кам'яних гряд і перекатів з замуленим дном (осетр, білуга, севрюга, стерлядь, калуга, шип, лопатонісі, лосось, горбуша, кета, семга, білорибця, кижуч та ін.).

Напівпрохідна — це риба, яка також зростає в морі, озері, водосховищі, а для нересту заходить у дельти річок і заплавні водойми, які періодично затопляються під час весняного водопілля (вобла, тарань, сиг, сазан, жерех, рибець та ін.).

Туводна риба — це та, що веде осілий спосіб життя (окунь, щука, лящ, карась, судак, плотва, линь та ін.).

Прісноводну рибу ділять на *реофільну* (або річкову), яка живе в проточній воді річок, і *лімнофільну* (або озерну), яка живе у воді озер і водосховищ.

Для природного відтворення риби потрібен оптимальний гідрологічний режим не тільки у містах нерестилищ й на шляхах міграції маточного поголів'я та молоді.

Гідротехнічне будівництво у руслах річок порушило природні умови життя риби, а різноманітні заходи (рибоходи і рибопідіймачи) належного ефекту поки що не дали.

Крім перегородження шляхів міграції прохідної риби на нерестилища, скорочуються ареали мешкання та площі нерестилищ, які розташовані у верхніх і нижніх б'єфах гідровузлів, відбувається обміління дельтових проток і підвищення солоності в дельтових і морських прибережних ділянках, зменшуються витрати води в період заходу в річки маточного поголів'я і збільшуються в період зимування риби в руслах річок.

Значної шкоди рибному господарству завдає промисловість, особливо підприємства нафтохімічної, хімічної, целюлозно-паперової галузей, водні меліорації, водний транспорт, застосування отрутохімікатів і гербіцидів у сільському господарстві, які збільшують забрудненість водотоків і водойм. А це токсично діє на ікру, личинки, молодь і дорослу рибу, на їх кормову базу, зменшують кількість розчиненого у воді кисню.

Двоєко впливають на рибовідтворення скидні води теплових електростанцій. З одного боку, вони є тепловим забруднювачем, з іншого — докорінно змінюючи умови життя у конкретному водному об'єкті, вони дають змогу подовжити сезон нагулу риби, продуктивніше використати південні види риби.

Риба дуже чутлива до радіоактивного забруднення води. Поїдаючи

рослини і дрібні гідробіонти, в яких накопичуються радіоактивні речовини, риба акумулює ці речовини у собі до небезпечних концентрацій. Тому окремі екземпляри риби бувають радіоактивнішими за навколишнє середовище в декілька тисяч разів.

Розвиток водних меліорацій суперечить інтересам рибного господарства. Необхідна додаткова подача води із водосховищ для поливу впливає на умови розмноження і життя риби; скидання дренажних вод збільшує мінералізацію води в річках, що змінює умови існування риби, а змивання з полів отрутохімікатів збільшує вміст у воді токсичних речовин.

Шкоду, заподіяну рибному господарству деякими галузями, можна ліквідувати або зменшити (наприклад, забруднення водних об'єктів промисловими стоками, режим попусків води), але окремі її види не можна ліквідувати (наприклад, перегородження шляхів проходу риби до нерестилищ греблями гідровузлів), і вони мають компенсуватися іншими заходами. Зокрема, забезпечити необхідний режим природних нерестилищ в умовах зарегулювання стоку річок і заборів води із них можна у разі здійснення спеціальних попусків води і обвалування нерестилищ із влаштуванням споруд для підтримання необхідних глибин. На сьогодні рибогосподарські попуски спеціально здійснюються в пониззях Дніпра.

Середньорічний вилов риби в природних внутрішніх водних об'єктах в 1981 — 1992 рр. складав близько 24 тис. т (вилов коливався в межах 17...31 тис. т). У 1985—1989 рр. спостерігалась відносна стабільність загального вилову риби на рівні 25...30 тис. т. У наступні роки загальні вилови риби зменшувались і у 1992 р. становили 18 тис. т, а у 1998 р. лише 11,2 тис. т (колективне господарювання). Реальні ж показники набагато більші, оскільки не враховують вилов риби рибалками-любителями і бракон'єрами, який в окремі роки сягає 50 % промислового.

Значна кількість риби добувається переважно в басейнах великих річок. Серед них найбільше рибогосподарське значення має Дніпро, на частку якого припадає близько 90% загального вилову (без урахування ставкового товарного рибоводства).

Відтворення промислових стад риби у водосховищах відбувається в основному природним шляхом. Для підвищення їх рибопродуктивності створюється мережа рибоводних заводів і відтворювальних комплексів, здійснюються направлене формування іхтіофауни та інші рибоводно-меліоративні заходи. Все це вимагає податкових водних ресурсів і коштів.

Розведення цінних порід риби в нерестово-вищувальних господарствах на великих водосховищах при сучасному рівні рибоводства не дає можливості повністю замінити природне відтворення. Спроби підняти рибопродуктивність водосховищ шляхом розведення рослиноїдної риби не дали бажаних наслідків, у більшості водосховищ промислові запаси цієї риби не сформувались.

Фахівці рибного господарства вважають, що в перспективі значного

розвитку набудуть ставкові господарства, які менше піддаються впливу інших водокористувачів або не мають значних протиріч і ними.

Рибні господарства на базі ставків можуть бути повносистемними і неповносистемними. У *повносистемних* господарствах рибу вирощують від ікри до товарної (столової) продукції. Такі господарства мають усі види ставків: головний, зимові, розсадні, маточні, нерестові, вирощувальні та нагульні, які в необхідні періоди заповнюються водою, а із закінченням певного рибоводного циклу спорожняються, і

У *неповносистемних* господарствах склад ставків не повний, що залежить від виробничого процесу. Такі господарства можуть бути або риборозплідниками, де вирощується посадковий матеріал, або нагульними, в яких з одержаного із розплідників посадкового матеріалу вирощується товарна риба.

Крім спеціально побудованих ставків, для риборозведення часто використовуються водойми, споруджені для зрошення, сільськогосподарського водопостачання, збирання дренажних вод із зрошуваних земель.

Першочерговою вимогою рибного господарства до водних ресурсів є різке поліпшення санітарного стану водотоків і водойм.

Водокористувачі, яким надано в користування рибогосподарські водні об'єкти або їх ділянки, мають проводити меліоративно-технічні та інші заходи, які б забезпечували поліпшення якісного стану води у водних об'єктах і умови відтворення рибних запасів, а також утримувати в належному санітарному стані прибережні захисні смуги.

1.6.6 Водний транспорт

Значним водокористувачем є також і водний транспорт. Головна умова його роботи — необхідність підтримання на водних шляхах у навігаційний період певної мінімальної (гарантованої) глибини, ширини і радіусів заокруглень. Останні встановлюються залежно від типів і розмірів суден.

Внутрішні водні шляхи поділяються на *природні* та *штучні*. До *природних* належать річки в природному стані й озера, до *штучних* - канали, водосховища та річки, режим яких суттєво змінений внаслідок зведення гідротехнічних споруд.

Внутрішній водний транспорт здійснює перевезення вантажів і пасажирів, забезпечує зв'язок між прилягаючими до річкових систем промисловими і сільськогосподарськими районами. Для внутрішнього водного транспорту важливі глибини водних шляхів (табл. 1.10).

Таблиця 1.10 – Глибини водних шляхів залежно від категорій, м

Глибина судового ходу, м	Категорія водного шляжу			
	I (над-магістралі)	II магістралі	III (місцевого значення)	IV (на малих річках)
Мінімальна гарантована	>2,0	1,0...2,0	0,60...1,4	0,45...0,80
Використовувана флотом всередньому за навігацію	>3,0	1,65...3,0	1,0...1,65	≤1,0

Цим транспортом в основному перевозяться вантажі, які не потребують великої швидкості доставки і рівномірної подачі протягом року (будівельні матеріали, руди, вугілля, нафта і нафтопродукти, сільськогосподарська продукція тощо). Вартість перевезень водним транспортом у 2,5...3,0 рази дешевша за залізничний, і в 10... 15 разів — за автомобільний.

Інтереси водного транспорту враховуються при вирішенні проблем комплексного використання водних ресурсів великих і деяких середніх і малих річок, а інколи гідротехнічне будівництво було зумовлене якраз його потребами (наприклад, будівництво Дніпрогесу).

Водний транспорт висуває значні вимоги до режиму річкового стоку. Його інтереси мають узгоджуватися із потребами інших водокористувачів. Регулювання стоку і акумуляція води створюють сприятливі умови для роботи водного транспорту у верхніх б'єфах гідровузлів — поліпшують у них умови судноплавства. Водний транспорт зацікавлений також у забезпеченні гарантованих глибин і в нижніх б'єфах, що досягається *навігаційними попусками*, особливо в межений період. Ці вимоги водного транспорту перебувають у протиріччі з інтересами гідроенергетики, для якої накопичення літніх запасів води має бути максимальним.

При заборах великої кількості води на зрошення можливе також значне зменшення величини попусків і зниження рівнів води, що протирічить інтересам водного транспорту. Якщо необхідні глибини неможливо забезпечувати через нестачу води, особливо в межень, то замість попусків *поглиблюють дно* і влаштовують спеціальні *прорізи* на окремих мілководних ділянках і перекатах.

На річках із гідровузлами вода витрачається не тільки для того, щоб підтримувати потрібні судноплавні глибини, а й на *шлюзування*. Необхідний для цього добовий об'єм води визначається розмірами шлюзових камер і числом шлюзувань за добу. Водний транспорт належить до водокористувачів, які не висувають вимог до якості води, а сам може забруднювати воду через скидання відходів.

Розвиток річкового транспорту тісно пов'язаний з водними шляхами, яких в Україні близько 4500 км. Найпридатнішими для судноплавства є водні шляхи з гарантованими глибинами суднового ходу (понад 3500 км). На основній водній магістралі — Дніпрі — гарантовані глибини (3,65 м) підтримуються від Києва до Херсона. Більше половини всіх судноплавних шляхів складають штучні шляхи — водосховища і канали. У процесі експлуатації річкового флоту утворюється значна кількість побутових і експлуатаційних відходів. Для запобігання забрудненню водних ресурсів усі судна обладнуються цистернами і ємностями для збирання стічних вод, побутового сміття та нафтовмісних вод, які забираються спеціальними суднами — «санітарами» для передачі на пункти нейтралізації або на міські приймальні пункти. Згідно з нормативами, на судах встановлюється фільтрувальне обладнання, що має забезпечувати концентрацію нафтовмісних сумішей при передачі із суден не більше 15 мг/л. Це відповідає міжнародним нормативам, а санітарні правила для внутрішнього судноплавства регламентують очистку стічних вод на судах до концентрації 10 мг/л.

Для потреб водного транспорту водокористування здійснюється без спеціального оформлення дозволу; термін користування не обумовлюється.

Економічні та екологічні негаразди останнього десятиріччя призвели до скорочення перевезень до десятої частини перевезень 90-х років - близько 60 млн. т вантажів.

1.6.7 Оздоровлення, туризм і спорт

Водні ресурси України є складовою частиною рекреаційних ресурсів, яки широко використовуються в оздоровчих цілях. Це узбережжя Чорного і Азовського морів, та практично всі водотоки України (природні і штучні).

До оздоровчих водотоків і водойм ставлять певні вимоги щодо кількості й якості води. Перш за все створення водойм для оздоровчих і лікувальних цілей вимагає значних затрат води на їх наповнення та компенсацію необоротних втрат води на випаровування та фільтрацію. Значні об'єми води потрібні для створення безперервного проточного водообміну. Ні в якому разі не можна скидати у ці водойми стічні води.

До різних видів відпочинку необхідні різні кількісні й якісні характеристики водних об'єктів (табл. 1.11). Так, для купання важлива глибина, а при використанні для цієї мети водосховищ — певний рівневий режим (мінімальні коливання рівнів спрацювання — 30...60 см), особливо у нижніх б'єфах гідровузлів. Водний туризм теж вимагає певних глибин.

Таблиця 1.11 – Норма використання води

Установа	Норми використання води на одну людину, л/добу
Санаторії	400...500
Лікувальні заклади з використанням грязей	700...800
Будинки відпочинку, пансіонати	100
Стадіони та спортивні зали для спортсменів для глядачів	50...60 3

Основною умовою функціонування оздоровчих водних об'єктів необхідність постійної подачі в них свіжої води для створення проточності та забезпечення високого вмісту у воді кисню.

Для поповнення водою закритих плавальних басейнів щодоби потрібно подавати об'єм води, який становить близько 15 % об'єму води басейну, а на одну людину потрібно майже 100 л (враховуючи прийняття душу). Для спортсменів, які тренуються на стадіонах і в спортивних залах, норма витрачання води приблизно в два рази менша. При проектуванні спортивних комплексів враховуються також потреби глядачів (близько трьох літрів води на кожного).

Спеціальні зони відпочинку з лісопарковою територією, пляжами та водними об'єктами мають постійно контролюватися та пильно охоронятися. Поблизу місць масового відпочинку недопустимо скидати стічні каналізаційні води або забруднювати води якимись іншими шкідливими відходами.

Організовані зони оздоровчих заходів на воді включаються в округи санітарної охорони з тим, щоб різні промислові забруднювачі не могли нанести шкоди здоров'ю людей. Відпочинок населення дозволений на усіх водних об'єктах, за винятком санітарних зон, які примикають до водозаборів господарсько-питного призначення і закриті для сторонніх осіб. До закритих зон належать також частини водотоків і водойм, що використовуються для риборозведення, і деякі водні об'єкти у заповідниках.

Особливе місце серед рекреаційних ресурсів займають морські пляжі, загальна довжина яких в Україні становить 1160 км, або 47 % її берегової смуги, зокрема пляжів завширшки 25 м і більше -712 км. Пляжі морських узбереж надають можливість одночасно оздоровити 4,1 млн. чол.

Значною перешкодою для рекреаційного освоєння багатьох територій є їх незадовільний екологічний стан. Це стосується Криму, Чорноморського узбережжя, Приазов'я, в яких повітря та водні об'єкти забруднені викидами промислових підприємств (особливо хімічної і нафтопереробної промисловості), автомобільного транспорту, стічними

неочищеними водами, змитими мінеральними добривами й отрутохімікатами.

Одним із цінних рекреаційних регіонів є Карпатський. Проте і там інтенсивно видобуваються корисні копалини (нафта, газ, сірка, калійні солі тощо) та розміщуються підприємства для їх переробки. На базі лісових ресурсів (40 % території) розвивається лісопереробний комплекс. По території прокладені нафто - і газопроводи. Усе це негативно впливає на чистоту повітря і води.

Несприятлива екологічна обстановка склалася також і в басейні Дніпра, який є регіоном високої рекреаційної цінності та забезпечує водою 30 млн. чол.

Згідно з природоохоронним законодавством на території рекреаційних зон заборонена господарська й інша діяльність, що негативно впливає на природне середовище або може перешкодити використанню їх за цільовим призначенням.

Питання для самоперевірки

1. Які існують підходи до визначення сенсу поняття “водні ресурси”?
2. Які звісні складові “водного фонду” України?
3. Які причини призвели до загострення водної проблеми?
4. Які можливі шляхи вирішення проблеми водозабезпечення?
5. Як розподіляються світові водні ресурси за видами їх утворень?
6. Рушійні сили та значення кругообігу води на Землі.
7. З чого складаються водні ресурси України?
8. Складові “водного балансу” України і який їх розподіл по території?
9. У чому полягає сенс поняття “гідрологічний цикл”?
10. Що з себе являють “Водні кадастри”?
11. У чому полягає сенс “Державного обліку вод”?
12. Які складові визначені у “державному водному кадастрі”?
13. Водогосподарські баланси, їх класифікація за призначенням.
14. Чим відрізняється водогосподарський баланс від водного?
15. За яких умов найдоцільніше складати схеми комплексного використання й охорони водних ресурсів?
16. Різновидність використання води в енергетиці (ТЕС, АЕС, ГЕС) і їх основні вимоги (кількісні і якісні) до водних ресурсів.
17. Використання води в сільському господарстві; які заходи з економії води найбільш перспективні?
18. Вимоги рибного господарства до водних ресурсів; які проблемні питання в відношеннях з іншими водоспоживачами?
19. Яке ставлення водного транспорту до водних ресурсів?
20. Які вимоги мають сфери оздоровлення, туризму і спорту до водних ресурсів?

2 ГАЛУЗЕВЕ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

2.1 Загальні питання водопостачання та водовідведення

Використання води різними галузями господарства має показники: повне, необоротне і одноразове необоротне використання води, необоротні втрати води, водовідведення.

Повне водокористування — забір води із водного об'єкта комунальними міськими водопроводами, промисловими і іншими системами галузевого й комплексного призначення тощо.

Необоротне водокористування — необоротні втрати води в процесі використання її населенням у побуті, промислового виробництва, зрошення, сільськогосподарського водопостачання.

Одноразове необоротне використання води — забір води для заповнення неробочих («мертвих») об'ємів водосховищ, ємкостей оборотних систем водопостачання, підземних ємкостей при законтурному обводненні нафтових родовищ тощо.

Необоротні втрати води — невиробничі втрати води на випаровування і фільтрацію в системах водозабезпечення, гідротехнічних спорудах і при безпосередньому використанні її користувачами.

Водовідведення — повернення води користувачами після її використання. Повернені води (або скидні води чи скиди) в кількісному відношенні є різницею між використанням свіжої води і необоротними втратами та необоротним водокористуванням.

2.1.1 Загальні питання водопостачання

Система водопостачання — це комплекс взаємопов'язаних споруд, призначених для забору води із джерел, очищення її та зберігання запасів і подавання до місця споживання. Існуючі системи водопостачання можна класифікувати таким чином:

- за типом об'єктів обслуговування — міська, селищна, промислова, сільськогосподарська;
- за призначенням — господарська (призначена для задоволення питних і господарсько-побутових потреб), промислова (для постачання води промисловим підприємствам), протипожежна (подавання води для гасіння пожеж), об'єднана (призначена для одночасного задоволення різних потреб, наприклад, господарсько-протипожежна система);
- за характером використання природних джерел — водопроводи, які

одержують воду із поверхневих джерел (річки, водосховища, озера та ін.), і водопроводи, які використовують підземну воду;

- за способами подавання води – водопроводи самотісні (гравітаційні) і з механічним подаванням води (за допомогою насосів);

- за територіальною ознакою – локальні (для одного об'єкта) і групові (або районні) водопроводи, що обслуговують кілька об'єктів;

- за кратністю використання води – прямотечійні системи, з обігом води та з послідовним використанням її на різних установках.

Вибір схем водопостачання та водовідведення промислових підприємств.

Вимоги промислових споживачів до великих витрат води, якості та високої надійності зумовлюють особливий підхід до вибору схем водопостачання та водовідведення.

На промисловому підприємстві можуть бути декілька схем водопостачання, які обслуговують споживачів з різними вимогами до якості води. Вибір цих схем звісно не однозначний і часто потребує проведення техніко-економічного порівняння варіантів.

Найчастіше у системах промислового водопостачання використовують оборотне і послідовне використання води, рідко – прямоточне.

Системи водопостачання промислових підприємств класифікуються за способами використання води: *прямотечійні, оборотні та з послідовним використанням* (рис. 2.1).

Прямотечійні системи (рис. 2.1, а) є найпростішими. Вода за допомогою насосної станції забирається з водного об'єкта і подається до об'єктів виробництва. Після цього каналізаційними шляхами вона надходить на очисні споруди. Після очищення відпрацьовані води можуть скидатися назад у водотік або водойму на певній відстані від водозабору. Такі системи водопостачання зазвичай бувають у достатньо забезпечених водою районах.

Водний баланс має вигляд

$$W_{\Pi} = W_{\text{ВВ}} + W_{\text{Ос}} + W_{\text{Скид}}, \quad (2.1)$$

де W_{Π} – кількість води, що подається на виробничий процес, м³;

$W_{\text{ВВ}}$ – виробничі витрати води, м³;

$W_{\text{Ос}}$ – кількість води, що втрачається з осадом на водоочисній станції, м³;

$W_{\text{Скид}}$ – кількість води, яку скидають у водойму, м³.

Ця схема поширена донині. Вона досить проста і дешева, але не надійна в гідроекологічному відношенні, оскільки скидна вода забруднює водойми.

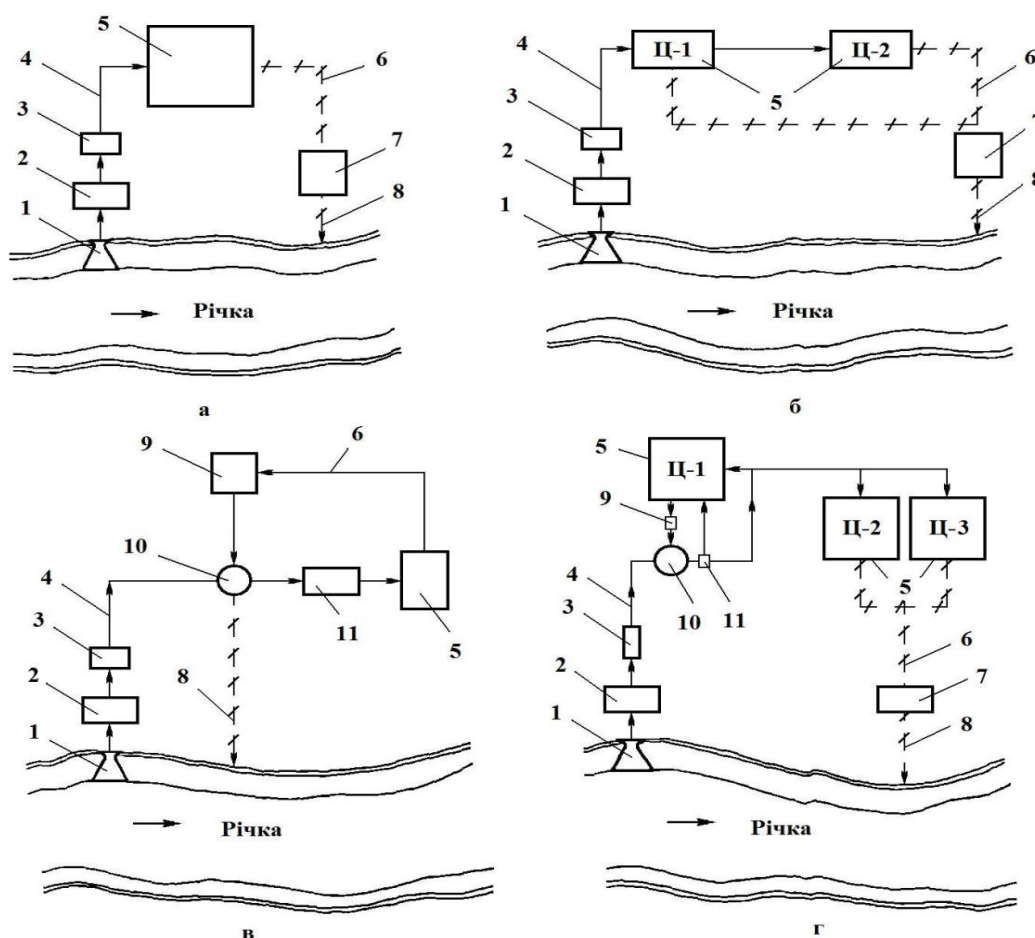


Рис. 2.1 – Схеми промислового водопостачання:

а – прямотечійна; *б* – прямотечійна з послідовним використанням;
в – оборотна; *г* – комбінована; 1 – водозабір з насосною станцією першого підйому (НС-1); 2 – водоочисні споруди; 3 – насосна станція другого підйому (НС-2); 4 – подавання річкової води; 5 – промислові об'єкти; 6 – скид відпрацьованої води; 7 – станція очищення стічних вод; 8 – скид води в річку; 9 – водоохолоджувальне устаткування; 10 – збірна камера; 11 – насосна станція зворотної води.

Системи водопостачання з *послідовним використанням* (рис. 2.1, *б*) води, передбачають повторне її використання на цьому самому підприємстві. Після завершення технологічного процесу в одному цеху відпрацьована вода надходить до іншого, де також забезпечує випуск промислової продукції. При цьому якість води після забруднення першим виробничим процесом має задовольняти потребам другого виробничого процесу. Інколи вода використовується багаторазово, після чого у забрудненому стані надходить на очисні споруди. Ця схема більш прогресивна, ніж перша, оскільки дозволяє зекономити приблизно у два рази кількість свіжої води, яка забирається підприємствами з водних

об'єктів. Однак і ця система не скорочує кількість забруднювальних речовин, що скидаються у водні об'єкти.

Системи *оборотного водопостачання* (рис. 2.1, в) впроваджуються за необхідності забезпечити потреби великих промислових підприємств з великою водомісткістю, особливо в умовах обмежених водних ресурсів і можливостях їх забруднення. За таких систем відпрацьовані води у водотоки і водойми не скидаються, а використовуються знову для потреб виробництва. Відпрацьована вода за необхідності пропускається крізь охолоджувальні споруди та пристрої і знову спрямовується у виробничий цикл. Інколи частина відпрацьованих вод може бути забрудненою, тому для повторного використання їх необхідно спочатку очистити. В зв'язку з тим, що деяка кількість води витрачається необоротно, її запаси необхідно періодично поповнювати з водного об'єкта. Величина необоротних втрат становить близько 2-5%.

Для того щоб забезпечити певний сольовий склад, із системи постійно скидається частина води ($W_{\text{скид}}$) та додається певна кількість свіжої (підживлюється), тобто здійснюється продувка системи

$$W_{\text{дод}} = W_{\text{скид}} + W_{\text{вв}} + W_{\text{вип}} + W_{\text{вин}}, \quad (2.2)$$

де $W_{\text{вип}}$ – кількість води, що випаровується, м^3 ;

$W_{\text{вин}}$ – кількість води, що виноситься вітром, м^3 .

Комбіновану систему водопостачання, коли на одному підприємстві частина оборотної води використовується у виробництві Ц-1, а більша частина – у виробництвах Ц-2 і Ц-3, зображено на рис. 2.1, г. Відпрацьовані води з останніх виробництв надходять на станцію очищення стічних вод, після чого скидаються у річку.

У південних регіонах України велике практичне значення мають групові та районні водопроводи, коли одна система водопостачання обслуговує кілька об'єктів різного призначення (міста, промислові підприємства, об'єкти сільського господарства тощо). Така система має значні економічні переваги тому, що експлуатаційні витрати об'єднаного водопроводу нижчі, ніж аналогічні витрати на локальні системи для кожного об'єкта.

Системи оборотного водопостачання є найпрогресивнішими з точки зору раціонального використання і охорони водних ресурсів, але не такі прості, економічніші і забруднюючі стічними водами водні об'єкти.

На сьогодні в Україні діє 126 безстічних виробництв з більш як 1,5 тис. підприємств такого типу.

Вибір схеми виробничного водопостачання ведуть залежно від таких факторів:

- наявність тих чи інших джерел водопостачання, їх потужність і якість води в них;

- режим споживання води, її кількість і вимоги до якості;
- типи споживачів і їх розміщення;
- відстань джерела від промислового підприємства;
- характер забруднення води після її використання на підприємстві;
- місцеві природні умови.

Розроблюючи схеми водопостачання, споживачів групують за вимогами до якості вихідної та відпрацьованої води, необхідним напорам і з урахуванням розташування цехів. При цьому розглядають варіанти використання місцевих установок по покращенню якості води або зміні напору (підкачка).

Системи водопостачання можуть бути пов'язані одна з одною. Наприклад, свіжа вода з річки подається в цикл оборотного водопостачання, який потребує воду найкращої якості, вода після продувки цього циклу може використовуватись для підживлення циклів з більш низькими вимогами до якості.

При виборі системи і розробці схеми водовідведення промислових підприємств необхідно враховувати слідуючи основні фактори:

- кількість, склад і динаміку утворення різних промислових стоків від установок, цехів і всього промислового підприємства;
- можливість повторного використання промислових стоків без очищення або з частковим очищенням в оборотних циклах;
- можливість скорочення промислових стоків за рахунок застосування маловодних технологій;
- можливість сумісного або роздільного водовідведення різних категорій стічних вод;
- можливість скиду стічних вод у міську систему водовідведення;
- необхідні ступені очищення при повторному використанні або випуску промислових стоків;
- можливі системи і схеми очищення.

Для більшості промислових підприємств вимоги до якості води значно менш жорсткі, ніж до складу вод, які підлягають скиду у водні об'єкти або міську систему водовідведення. Тому виробничі стічні води значно вигідніше повторно використовувати у системах оборотного та послідовного водопостачання, ніж піддавати їх очищенню, що задовольняє вимогам скиду.

Напрямки скорочення надходження забруднень у водні об'єкти.

За законом розвитку довкілля, будь-яка природна система розвивається лише за рахунок використання матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей навколишнього середовища. Із цього закону випливає наслідок: абсолютно безвідходне виробництво неможливе. Тому поняття «безвідходна технологія» є умовним і наповнюється змістом залежно від розвитку техніки на певному історичному етапі. У 1976 р. в Дрездені на Міжнародному симпозіумі з маловідходних та безвідходних

технологій було виділено чотири основні напрями, за якими розвиваються безвідходні технології, один з яких – розроблення різних видів безстічних технологічних схем і водооборотних циклів.

Класифікація систем оборотного водопостачання.

Системи оборотного водопостачання є кроком уперед з питання захисту водойм від забруднення, оскільки дозволяють значно скоротити забір свіжої води та скоротити кількість стічних вод, що скидаються у водойми. Однак *повністю замкнені системи* оборотного водопостачання, в яких використовуються очищені й охолоджені води, не отримали ще великого поширення (наприклад, на заводах чорної металургії), оскільки робиться скид води у вигляді продувки для того, щоб підтримати сольовий зміст оборотної води на певному рівні. Однією з основних причин, які перешкоджають повному використанню забруднених або нагрітих стічних вод у обороті є утворення щільних сольових відкладів по тракту руху води – в одних випадках та корозійні процеси – в інших. Дуже часто ці обидва процеси протікають одночасно і нерозривно пов'язані. Таким чином, при переході на замкнений режим роботи виникає необхідність вивчення водно-сольового балансу систем оборотного водопостачання. Системи оборотного водопостачання поділяються на відкриті та закриті.

Відкриті системи – це такі системи, в яких охолодження води здійснюється на градирнях, бризкальних басейнах, ставках-охолоджувачах, з використанням обладнання та споруд відкритого типу при безпосередньому контакті охолоджуючої вод та повітря.

Закриті системи – це такі системи, в яких охолоджуюча вода не вступає у безпосередній контакт з повітрям і охолоджується у закритих теплообмінниках, тобто через стінку.

У відкритій системі втрати води складаються з втрат на випаровування та на крапельний винос з вітром. Поповнення втрат води здійснюється за рахунок підживлення. Втрати води називаються безповоротними.

У закритих системах втрати води зведені до мінімуму та визначаються тільки витіканням з нещільних з'єднань трубопроводів і арматури. У теперішній час закриті систем застосовуються в основному в охолоджуючих системах водопостачання, де вода тільки нагрівається і не забруднюється механічними домішками. На підприємствах часто кількість охолоджуючих систем значно перевищує інші, в яких вода забруднюється. В охолоджуючих системах використовується до 70-80% води від загальної витрати, що споживається підприємством. Це так звані умовно-чисті цикли. Для забруднених систем закриті теплообмінники поки що не застосовуються.

Основні питання, що характеризують роботу систем оборотного водопостачання, - це:

- водний і сольовий баланси;

- оцінка небезпечності та інтенсивності утворення щільних сольових відкладів у обладнанні та трубопроводах;
- оцінка небезпечності корозійного зносу;
- методи стабілізаційної обробки води.

Водно-хімічний режим оборотних систем водопостачання.

Режим роботи оборотних систем різко відрізняється від прямоточних систем. Вода багаторазово підігрівається, охолоджується, випаровується, розбризкується та виноситься потоком повітря. Крім того, вода змінює свій хімічний склад внаслідок випаровування та підживлення свіжою водою.

Дуже важливими показниками водно-хімічного режиму систем оборотного водопостачання є водний та сольовий (матеріальний) баланси.

Водяний режим в оборотних системах характеризується зміною якісних показників води та впливом її на споруди. Так, в результаті випаровування в охолоджувачах частини води підвищується концентрація мінеральних солей, розчинних у циркуляційній воді систем оборотного водопостачання. При певних концентраціях солі тимчасової жорсткості (головним чином карбонат кальцію CaCO_3) можуть випадати з неї у теплообмінниках, що різко знижує коефіцієнт теплопередачі та погіршує експлуатаційні показники.

Для запобігання випадінню солей жорсткості здійснюється постійна *продувка* систем оборотного водопостачання, тобто видалення з неї частин циркуляційної води.

Втрати води на продувку, винос та випаровування повинні бути компенсовані додаванням у систему свіжої додаткової води.

Стабілізація сольового складу буде спостерігатися при умові, якщо кількість солей, що виводяться з системи за рахунок продувки та в результаті бризкоуносу води з охолоджувача буде дорівнювати кількості солей, що надходить з додатковою водою.

Солі, що надходять у систему водопостачання слід розподіляти на дві основні групи:

1. Солі, що добре розчиняються у воді (не випадують у осад ні при яких умовах роботи системи, це хлориди калію, натрію, кальцію та магнію).
2. Солі, які внаслідок недостатньої розчинності при порушенні вуглекислотної рівноваги випадують у осад.

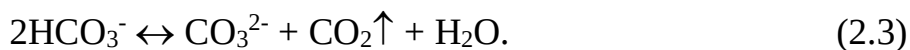
В практиці водопідготовки *стабільною* прийнято називати воду, яка при визначеній температурі не здібна виділяти нерозчинні сполуки карбонату кальцію та не є агресивною, тобто не руйнує конструкційні матеріали. В якості основної умови такої стабільності є співвідношення між розчиненою у воді вільною вуглекислотою і іонами кальцію.

Вуглекислотна рівновага – це рівновага між розчиненою у воді вуглекислотою та іонами кальцію.

Надмір вільної вуглекислот над рівновагою зветься агресивною

вуглекислотою. Вода з надлишком вуглекислоти здатна розчиняти захисну карбонатну плівку, що приводить до корозії металу та руйнування бетону.

Внаслідок втрати вуглекислоти бікарбонати переходять у карбонати кальцію та відкладаються на стінках. Це відбувається внаслідок підігріву води.



Якщо додати деяку кількість вільної вуглекислоти, рівновага зрушиться ліворуч і відбудеться розчинення карбонату кальцію.



Співвідношення між різними формами вуглекислоти залежать від визначеної температури та від активності іонів водню, тобто рН розчину.

Втрати води в оборотних циклах водопостачання.

Як правило, із системи оборотного водопостачання частина води скидається у водні об'єкти, це обумовлено тим, що системи мають продувку, величина якої коливається в межах від 5 до 15% від витрати циркулюючої у системі води.

Продувка – це освіження циркулюючої води за рахунок скиду частини води, що призводить до зниження рівня забруднень циркулюючої у системі води.

Разом із продувкою у водойми потрапляють у повному об'ємі всі ті забруднення, які потрапили у стічні води на тому чи іншому об'єкті. Тобто система оборотного водопостачання, яка працює із продувкою, не дозволяє знизити кількість розчинних у воді забруднень, що потрапляють у водойми.

Втрати води на випаровування

$$p_1 = k_{\text{вип}} \cdot \Delta t \cdot Q, \quad (2.6)$$

де $k_{\text{вип}}$ – коефіцієнт, що враховує долю тепловіддачі випаровуванням у загальній тепловіддачі, залежить від температури повітря по сухому термометру та визначається по СНиП 2.04.02-84;

$\Delta t = t_1 - t_2$ – перепад температур води, що потрапляє на охолоджувач та охолодженої води, °С;

Q – витрата оборотної води.

Якщо перепад температур дорівнює 10°C, то $p_1 = 1,5\%$ (на градирнях).

2.1.2 Загальні питання водовідведення

Системи водовідведення (каналізування) – це комплекс інженерних споруд, технічних і санітарних заходів, які забезпечують організоване збирання й виведення трубопроводами стічних вод з території населених пунктів або промислових підприємств, їх очищення, знешкодження і знезараження. Обираючи систему водовідведення стічних вод, необхідно враховувати:

- можливість зменшення кількості забруднених промислових стічних вод підприємства за рахунок раціоналізації технологічних процесів;
- можливість повторного використання промислових стічних вод у системі зворотного водопостачання або використання їх в інших виробництвах з менш жорсткими вимогами щодо якості води;
- доцільність вилучення і використання цінних компонентів, що містяться в стічних водах;
- можливість і доцільність сумісного водовідведення від кількох поряд розташованих промислових підприємств та інших об'єктів та приєднання їх до міської каналізаційної мережі;
- умови скиду промислових стічних вод у водойми і необхідний ступінь їх очищення;
- можливі способи очищення стічних вод та їх використання в замкнених водообмінних циклах;
- можливість і доцільність використання виробничих стічних вод для зрошування сільськогосподарських угідь;
- доцільність локального очищення стічних вод окремих виробництв;
- самоочисну здатність водойми;
- техніко-економічні показники для кожного варіанта рішення.

Утворення промислових стічних вод. Призначення систем водовідведення промислових підприємств.

Безперервне зростання промисловості обумовлює збільшення об'ємів споживання води на різні виробничі операції, процеси (для допоміжних цілей або для запровадження до складу продукції). Після використання у виробничих цілях вода, забруднюється або нагрівається, змінює свої первинні властивості, і стає непридатною для подальшого використання, тобто вона перетворюється у *виробничі стічні води* (промислові стоки).

Для своєчасного та організованого відведення промислових стоків, очищення та знешкодження їх до необхідної ступені з метою послідовного використання або випуску у водойми (міську каналізацію), а також для обробки та утилізації осадків на промислових підприємствах влаштовуються системи водовідведення.

Системи водовідведення промислових підприємств складаються з

водоприймальних ємностей, мереж водовідведення, насосів або спеціальних насосних станцій, очисних споруд, випусків.

Системи промислового водовідведення забезпечують нормальне та високоефективне функціонування промпідприємства; здійснюють очищення стічних вод до необхідного стану з метою їх послідуного використання, що в решті решт охороняє водойми від забруднень і сприяє раціональному використанню води.

Обробка і утилізація осадів та інших забруднень, що видаляються при очищенні стічних вод, створюють умови для безвідходних виробництв або окремих технологій, служать охороні природи і раціональному використанню сировини, підвищують економіку та культуру виробництва.

На промислових підприємствах (заводах, фабриках, рудниках і т.п.) утворюються три категорії стічних вод:

1. Побутові, що утворюються у побутових приміщеннях (від санітарних вузлів, душових кабін) промпідприємств;
2. Атмосферні, що утворюються в результаті випадіння опадів та розтавання снігу;
3. Виробничі (промислові), що утворюються при використанні води у різних технологічних процесах виробництва або при добуванні корисних копалин (вугілля, нафти, руди).

Промислові стоки відрізняються виключно великою різноманітністю в залежності від умов утворення, кількості і особливо видів окремих забруднень, їх сполучень та концентрацій.

Промислові стічні води утворюються при гідродобуванні корисних копалин, їх збагаченні; гідротранспортуванні; промивці газів, що відходять; мокрому пиловловлюванню в шахтах та рудниках, мийці посуду, робочих ємностей, приміщень, агрегатів; промивні води установок гальванічного покриття: лужні, кислі, забруднені важкими металами; нагріті промислові стоки після використання води для охолодження.

Норми водоспоживання та кількість промислових стічних вод. Витрата води на промислові потреби промпідприємств залежить від характеру та обсягу виробництва та застосованих технологічних процесів.

Норма водоспоживання для виробництва однакової продукції залежить від ряду факторів:

- виду та якості сировини;
- технологічної схем виробництва;
- застосування обладнання;
- місцевих умов;
- якості використаної води.

Нормою водоспоживання вважається доцільна кількість води, що необхідна для виробничного процесу і встановлена на основі передового опиту або науково обґрунтованого розрахунку. *Нормою водовідведення* є встановлена середня кількість стічних вод, що відводяться від виробництва

у водойми при доцільній нормі водоспоживання.

Орієнтовно норми водоспоживання на промислові потреби можуть прийматись по справнику «Укрупненные нормы расхода воды и отвода сточных вод на единицу продукции для различных отраслей промышленности». Укрупнені норми водоспоживання та водовідведення виражаються у м³ води на одиницю готової продукції або сировини.

При усьому цьому розрізняють повні витрати води, необхідної на потреби виробництва та витрати «свіжої» води, яка береться з водного об'єкту чи мережі міського водопроводу для поповнення втрат в оборотних циклах.

Укрупнені норми водовідведення у різних галузях промисловості коливаються у широких межах. Так, наприклад, при збагаченні 1 т вугілля утворюється 0,08 м³ стічних вод, при виплавці 1 т сталі – 4 м³, при виробництві 1 т синтетичного дивінілового каучуку – 18 м³, 1 т цементу – 0,12 м³. Кількість стічних вод від крупних промислових підприємств досягає 200-400 тис. м³ за добу. На практиці кількість промислових стічних вод від окремих установок або цехів може коливатись у широкому діапазоні від декількох м³/ч до десятків тисяч. На багатьох хімічних, металургійних, збагачувальних заводах і фабриках кожну годину відводяться та оброблюються десятки тисяч м³/ч промислових стічних вод.

Розрахункові витрати виробничих стічних вод, що потрапляють на очисні споруди визначаються за формулою

$$Q_{\text{доб}} = N \cdot M, \quad (2.7)$$

де N – норма водовідведення на одиницю продукції або переробленої сировини, м³;

M – продуктивність цеху, число одиниць продукції або переробленої сировини.

$$q_{\text{с max}} = \frac{N \cdot M_{\text{см}} \cdot K_{\text{ч}}}{T \cdot 3,6}, \quad (2.8)$$

де $M_{\text{см}}$ – продуктивність цеху за зміну, число одиниць продукції за зміну;

$K_{\text{ч}}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності утворення промислових стічних вод;

T – тривалість роботи цеху, год.

Кількість атмосферних вод, що утворюються в результаті випадіння опадів (поверхнево-зливовий стік з територій пром підприємств) залежить від клімату району розташування і розмірів промислової площадки, водонепроникності окремих видів покриттів. Кількість атмосферних вод залежить від інтенсивності і тривалості розрахункового дощу.

Каналізаційні мережі, насосні станції і споруди для очищення

виробничих стоків, що розташовуються на промисловому підприємстві, тобто у місцях їх утворення, належать до системи внутрішньомайданчикової (внутрішньої) каналізації. Якщо зазначені комплекси споруд розташовані поза виробничим майданчиком, то вони входять до системи позамайданчикової (зовнішньої) каналізації і їх проектують з урахуванням каналізування комплексу промислових підприємств і населених пунктів певного району.

На промислових підприємствах інколи виникає потреба разового скиду збільшеної кількості стічних вод та аварійний скид стічних вод («залпові» скиди). Тому споруди каналізування обладнуються приймальними резервуарами певної місткості, щоб можна було регулювати надходження стічних вод до каналізаційної мережі. Для забезпечення сталості складу виробничих стічних вод їх спочатку приймають в усереднювальні резервуари, що сприяє підвищенню надійності роботи очисних споруд. У разі каналізування кількох поряд розташованих промислових підприємств слід прагнути до сумісного їх відведення, оскільки це зменшує вартість будівництва та експлуатації очисних споруд.

Водовідвідні системи поділяються на загальносплавні, роздільні і комбіновані. В свою чергу, роздільні системи поділяють на повні роздільні, неповні роздільні, напівроздільні (рис. 2.2).

Вода, яка використовується для побутових потреб (пиття, приготування їжі і задоволення санітарно-гігієнічних потреб) та для здійснення виробничих процесів, а також дощові й талі води з міських територій видаляються через систему водовідведення і подаються на міські очисні споруди. У разі вимушеного скиду недостатньо очищених або зовсім неочищених стічних вод у водні об'єкти виникає загроза їх забруднення. У разі обмеження потужності міських очисних споруд дощові й талі води частково або повністю скидаються у природні водойми без очищення. Разом з ними можуть скидатися частково й міські стічні води.

Загальносплавна система водовідведення (рис. 2.2, а) має одну водовідвідну мережу, яка призначена для відведення всіх стічних вод – виробничих, побутових, атмосферних. Уздовж головного колектора загальносплавної системи можуть бути влаштовані зливовідводи для безпосереднього скиду в річку частини стоку. Це здійснюють з метою зменшення розмірів та кількості колекторів, тобто здешевлення водовідвідної системи.

Зливовідводи мають виключати можливість переповнення головного колектора під час сильних злив. Конструкція і розміщення зливовідводів дає змогу здійснити скид стічних вод у річку не раніше ніж через 30 хв після початку зливи.

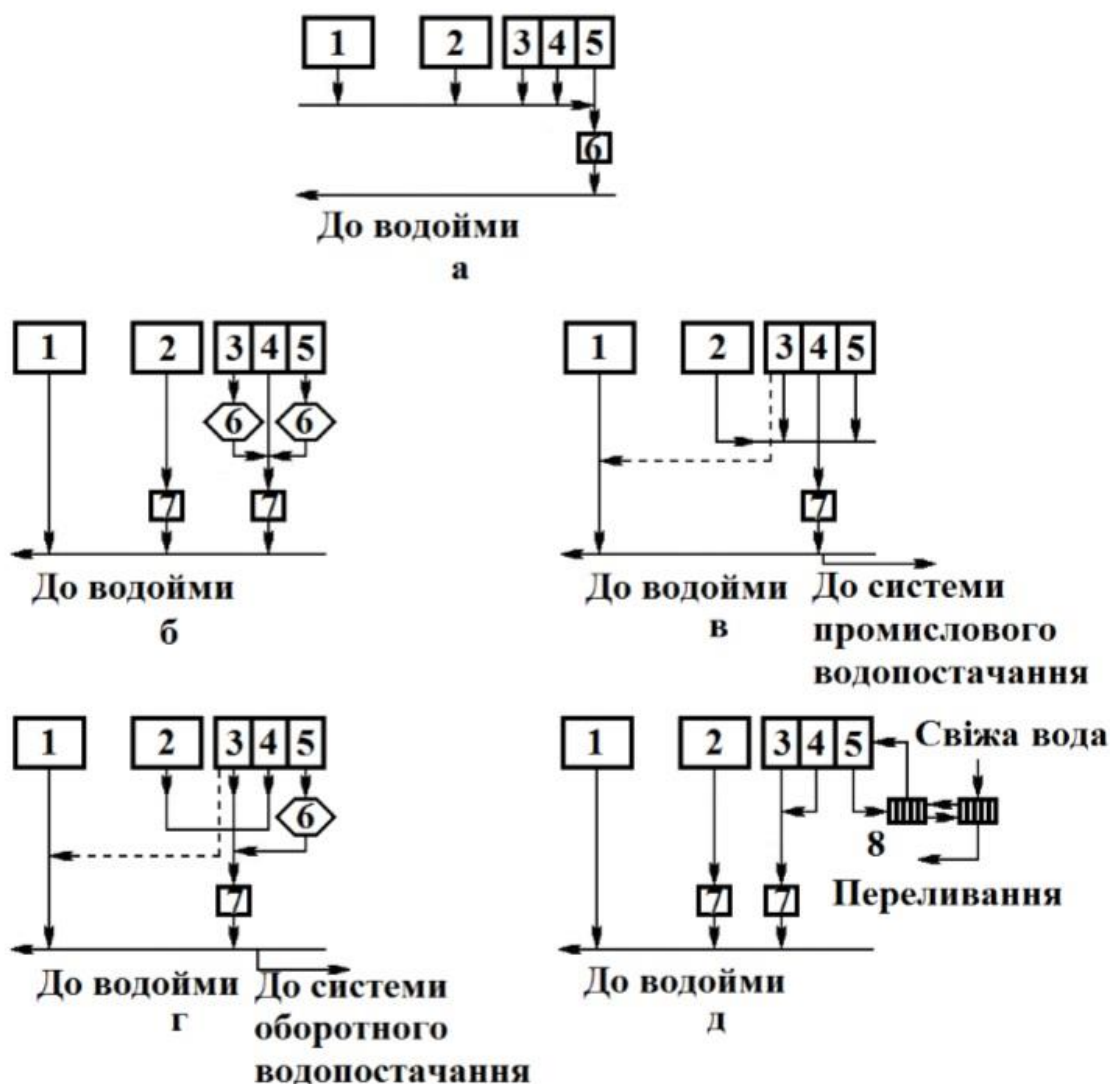


Рис. 2.2 – Схеми систем водовідведення

Умовні позначення: а – загальносплавна; б – повна роздільна; в – двомережна неповна роздільна; г – роздільна з локальними очисними спорудами; д – роздільна з використанням виробничих стічних вод для зворотного водопостачання; 1 – зливи (дощові) води; 2 – побутові води; 3, 4, 5 – відповідно 1-, 2- і 3-й цехи; 6 – локальні очисні споруди; 7 – очисні споруди; 8 – охолоджувальні споруди.

За цей час забруднений поверхневий стік з міської території загальносплавним колектором потраплятиме на міські очисні споруди, а менш забруднена частина стоку безпосередньо надходитиме в річку. Загальносплавні системи каналізації застосовуються тоді, коли всі три види стічних вод (виробничі, побутові, атмосферні) мають мінералізацію, що допускає їх сумісне біологічне очищення, та за наявності у місті повноводної річки. При цьому загальна кількість мінеральних солей у

стоках не повинна змінювати вміст солей у водоймі - приймачі більше ніж на величину, що визначається ГДК.

Повна роздільна система водовідведення має два або більше колектори, які призначені для окремого відведення стічних вод певної категорії (рис. 2.2, б). Такі системи водовідведення застосовуються, якщо неможливо виконати сумісне очищення виробничих побутових стічних вод. Недоцільність змішування цих вод виникає тоді, коли виробничі стічні води містять велику кількість механічних домішок мінерального походження та деякі органічні речовини (нафту, мастила тощо). Їх наявність ускладнює технологію очищення та обробку й утилізацію осаду, який одержують після очищення. Тому виробничі стічні води очищують на локальних системах водоочищення, де використовуються хімічні або фізико-хімічні способи очищення. Якщо територія підприємства не забруднена токсичними речовинами, злизові води можна скидати безпосередньо у водойму або після їх відстоювання в контрольному басейні використовувати для підживлення системи зворотного водопостачання.

Двомережна неповна роздільна система водовідведення (рис. 2.2, в) використовується для очищення побутових і виробничих стічних вод, якщо мінералізація та склад органічних забруднень дають змогу здійснювати їх сумісне очищення (наприклад, на підприємствах харчової промисловості, де виробничі стоки за своїм складом близькі до побутових). Якщо на підприємстві утворюються умовно чисті виробничі води (з підвищеними вмістом завислих речовин і температурою), то їх відводять злизовою каналізацією або використовують у системі зворотного водопостачання після охолодження і відстоювання.

Неповна роздільна система водовідведення передбачає відведення господарсько-побутових і промислових стічних вод єдиним колектором. Відведення атмосферних стічних вод здійснюється окремо колекторами, лотоками або канавами. Зазвичай неповна роздільна система використовується на невеликих об'єктах водовідведення.

У разі забруднення виробничих стічних вод цінними речовинами їх відводять окремими лініями на локальні очисні установки для вилучення, регенерації або утилізації цінних продуктів (рис. 2.2, г). Очищені води можна повторно використовувати в технологічних процесах або скидати в загальний колектор промислових стічних вод для сумісного доочищення з іншими стоками на загальнозаводських очисних спорудах.

Крім того, є системи водовідведення з повним або частковим використанням суміші очищених стічних і зливових вод для потреб промислового водопостачання, а також з роздільною системою каналізування підприємства тоді, коли виробничі стічні води використовуються для зворотного водопостачання, а очищені побутові й злизові стічні води скидаються у водойми (рис. 2.2, д).

Комбінована система водовідведення є сукупністю загальносплавної і повної роздільної систем. Така система формується з розвитком і реконструкцією каналізаційної мережі міста. В старій частині міста функціонує, наприклад, загальносплавна система водовідведення, а в районах новобудов створюється повна роздільна система. Стічні води, що періодично надходять після миття підлог, потрапляють у приймальні резервуари. Однак надходження у такі резервуари стічних вод, які під час змішування утворюють токсичні гази, категорично забороняється.

Окремі приймальні резервуари на підприємствах встановлюються у таких випадках:

- при перекачуванні стічних вод різних категорій, змішування яких може спричинити утворення токсичних або вибухонебезпечних сумішей газів та утворення осадів;
- при перекачуванні стічних вод, що містять сірководень, сірковуглець та інші вибухонебезпечні й токсичні гази;
- при перекачуванні нафтопродуктів, виділених зі стічних вод.

2.2 Розбавлення, самоочищення і очищення стічних вод

2.2.1 Розбавлення та самоочищення стічних вод

Скид господарсько-побутових, виробничих та інших стічних вод супроводжується забрудненням річок і водойм.

З віддаленням від місця випуску струмів стічної води поступово розширюється і концентрація забруднювальної речовини в ньому зменшується аж до повного перемішування. У річці це відбувається через турбулентну дифузію, наявність внутрішніх течій і водовертних зон. У озерах і водосховищах, крім того, впливає вітрове хвилювання і різного роду течії (стічні, дрейфові, градієнтні), які мають складний і нестійкий характер, особливо в прибережній мілководній зоні.

Як правило, одночасно з описаним вище процесом розведення і змішання стічних вод відбувається процес самоочищення, тобто зменшення витрати розглядуваної забруднювальної речовини. *Під самоочищенням розуміється здатність забруднених вод до відновлення первинної властивості і стану. Самоочищення відбувається в результаті складного комплексу фізичних, хімічних і біохімічних процесів (окислення, гідроліз, обмінні реакції та ін.).* Зокрема, очищення від органічних речовин пов'язано в основному з життєдіяльністю різноманітної сапрофітної мікрофлори. Під дією аеробних мікроорганізмів і частково окислювальних процесів органічні речовини розкладаються до нітратів, сульфатів і

фосфатів, а вуглецеві сполуки перетворюються на карбони. При надмірно великому вмісті органічних речовин настають анаеробні умови і окислювальний процес замінюється відновним, що супроводжується виділенням метану, сірчистого газу та ін. В озерах і водосховищах в процесі очищення, крім того, велику роль відіграють гідробіотопи-фільтратори і вища водна рослинність. Нарешті, певне значення в самоочищенні має сорбція органічних речовин на завислих твердих частинках та їх осадження на дно. У будь-якому випадку самоочищення прискорюється із підвищенням температури води і сповільнюється із збільшенням концентрації токсичних речовин, насамперед, важких металів. Головний чинник, що визначає інтенсивність самоочищення – це наявність вільного кисню.

Фонова концентрація. Це середня концентрація забруднювальної речовини в створі річки, розташованому вище за місце надходження стічних вод при найбільш несприятливих або розрахункових гідрологічних умовах. У вказаному створі можуть не виконуватися гідрохімічні спостереження, тоді необхідно робити відповідний перерахунок даних, одержаних у верхньому створі або на сусідній річці. Гідрохімічні вимірювання можна виконувати при витраті води, що перевищує розрахункову витрату. У такому разі використовується заздалегідь побудована емпірична залежність концентрації від витрати води або вводиться поправковий множник на співвідношення спостережуваної і розрахункової витрат.

Переріз повного перемішування. Це переріз на річці, розташований нижче за місце випуску стічних вод, де максимальна концентрація забруднювальної речовини в поперечному перерізі ненабагато перевищує середню концентрацію (приблизно на 5-10%). Зрозуміло, що місце розташування вказаного створу непостійне і залежить від витрати води в річці та інших причин.

Кратність розведення. Визначається за виразом

$$n_x = (C_{\text{ст}} - C_{\text{ф}}) / (C_x - C_{\text{ф}}), \quad (2.9)$$

де $C_{\text{ст}}$ – концентрація стічних вод в місці їх випуску, мг/дм³;

$C_{\text{ф}}$ – середня фонові концентрація, мг/дм³;

C_x – середня концентрація на відстані x від місця випуску, мг/дм³.

Значення n_x дає уявлення про те, у скільки разів зменшилася концентрація стічних вод в створі x , точніше різниця $(C_x - C_{\text{ф}})$, у порівнянні з різницею $(C_{\text{ст}} - C_{\text{ф}})$. У простому випадку, коли концентрація $C_{\text{ф}}$ дуже мала ($C_{\text{ф}} \approx 0$), кратність розведення $n_x = C_{\text{ст}} / C_x$.

Коефіцієнт швидкості самоочищення. Якщо забруднювальна речовина неконсервативна, то, як показують масові натурні дані, інтенсивність зниження її концентрації за довжиною річки пропорційна

самій концентрації. Це так звана реакція першого порядку і для неї справедливий вираз

$$C_x = C_0 \exp(-K\tau), \quad (2.10)$$

де C_0 – середня концентрація речовини у верхньому або початковому створі ділянки річки, мг/дм³;

C_x – те ж в нижньому створі ділянки на відстані x , мг/дм³;

τ – час добігання, д (очевидно, $\tau = x/V_{\text{сер}}$);

K – коефіцієнт швидкості самоочищення, або, як інколи говорять, коефіцієнт неконсервативності.

Рівняння балансу речовин. Очевидно, що для будь-якого створу річки нижче випуску стічних вод, справедливе рівняння балансу речовин:

у разі консервативної речовини

$$Q_{\text{ф}} C_{\text{ф}} + Q_{\text{ст}} C_{\text{ст}} = (Q_{\text{ф}} + Q_{\text{ст}}) C_x, \quad (2.11)$$

і середня концентрація в створі x

$$C_x = (Q_{\text{ф}} C_{\text{ф}} + Q_{\text{ст}} C_{\text{ст}}) / (Q_{\text{ф}} + Q_{\text{ст}}), \quad (2.12)$$

у разі неконсервативної речовини

$$Q_{\text{ф}} C_{\text{ф}} \exp(-K_{\text{ф}} \tau_{\text{ф}}) + Q_{\text{ст}} C_{\text{ст}} \exp(-K_{\text{ст}} \tau_{\text{ст}}) = (Q_{\text{ф}} + Q_{\text{ст}}) C_x, \quad (2.13)$$

і середня концентрація в створі x

$$C_x = (Q_{\text{ф}} C_{\text{ф}} \exp(-K_{\text{ф}} \tau_{\text{ф}}) + Q_{\text{ст}} C_{\text{ст}} \exp(-K_{\text{ст}} \tau_{\text{ст}})) / (Q_{\text{ф}} + Q_{\text{ст}}). \quad (2.14)$$

Тут вважається, що час добігання τ і коефіцієнти швидкості самоочищення K для забруднювальної речовини у фоновому створі і у місці випуску стічних вод неоднакові. Якщо ці величини однакові, то вираз (2.14) спрощується

$$C_x = ((Q_{\text{ф}} C_{\text{ф}} + Q_{\text{ст}} C_{\text{ст}}) / (Q_{\text{ф}} + Q_{\text{ст}})) \exp(-K \tau). \quad (2.15)$$

Використання виразів (2.12), (2.14) і (2.15) має практичну цінність лише при розгляданні процесу нижче перерізу повного перемішування.

На ділянці річки між випуском стічних вод і перерізом повного перемішування насамперед є цікавою концентрація певної забруднювальної речовини в максимально забрудненому струмені. Згідно з І.Д. Родзіллером, для консервативної речовини

$$C_{x \text{ макс}} = (\gamma Q_{\text{ф}} C_{\text{ф}} + Q_{\text{ст}} C_{\text{ст}}) / (\gamma Q_{\text{ф}} + Q_{\text{ст}}), \quad (2.16)$$

де γ – коефіцієнт змішування (показує, яка частина витрати води в річці бере участь у розведенні стічних вод); визначається за виразом

$$\gamma = (1 - \beta)/(1 + (Q_{\phi} \beta/Q_{\text{ст}})), \quad (2.17)$$

Причому

$$\beta = \exp(-\alpha (X)^{1/3}), \quad (2.18)$$

де X – відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до конкретного створу, м;

α – множник, що враховує гідравлічні умови змішування:

$$\alpha = \xi \varphi (D/Q_{\text{ст}})^{1/2}, \quad (2.19)$$

де ξ – коефіцієнт, що залежить від місця розташування випуску (при випуску біля берега $\xi = 1$, при випуску на фарватері $\xi = 1,5$);

φ – коефіцієнт звивистості річки;

D – коефіцієнт турбулентної дифузії:

$$D = ghV/C_{\text{ср}}(0,7 C_{\text{ср}} + 6). \quad (2.20)$$

Метод застосовується при відношенні $0,0025 < Q_{\text{ст}}/Q_{\phi} < 1,0$.

Та ж формула І.Д. Родзіллера для випадку неконсервативної речовини набуде вигляду

$$C_{x \text{ макс}} = (\gamma Q_{\phi} C_{\phi} \exp(K_{\phi} \tau_{\phi}) + Q_{\text{ст}} C_{\text{ст}} \exp(-K_{\text{ст}} \tau_{\text{ст}}))/(\gamma Q_{\phi} + Q_{\text{ст}}), \quad (2.21)$$

Формули (2.15), (2.16) і (2.21) неважко видозмінити, якщо в річці вище конкретного створу є декілька випусків стічних вод.

Припустимо, пункт водокористування на річці розташовується між випуском стічних вод і створом повного перемішування. У максимально забрудненому струмені концентрація $C_{x \text{ макс}} > \text{ГДК}$. При цьому необхідно визначити: якою має бути концентрація $C_{\text{ст}}$, щоб дотримувалася умова $C_{x \text{ макс}} \leq \text{ГДК}$. Для цього рівняння (2.16) вирішується відносно $C_{\text{ст}}$ із заміною $C_{x \text{ макс}} = \text{ГДК}$. Зокрема, з виразу (2.16) при заміні $C_{x \text{ макс}} = \text{ГДК}$ і за умови $\gamma = 1,0$ після деяких перетворень одержуємо

$$Q_{\phi} (1 - C_{\phi}/\text{ГДК}) = Q_{\text{ст}} [C_{\text{ст}}/(\text{ГДК} - 1)]. \quad (2.22)$$

У разі $C_{\phi} \leq \text{ГДК}$, значенням $C_{\phi}/\text{ГДК}$ можна знехтувати, і умова необхідного розведення буде забезпечуватися при витраті води в річці

$$Q_{\phi} > Q_{\text{ст}} [C_{\text{ст}} / (\text{ГДК} - 1)]. \quad (2.23)$$

Якщо в стічній воді є декілька забруднювальних речовин з однаковими лімітуючими показниками шкідливості, то

$$Q_{\phi} > Q_{\text{ст}} \left[\sum_{s=1}^{s=m} C_{\text{ст},s} / (\text{ГДК}_s - 1) \right]. \quad (2.24)$$

Відношення лівої частини виразу (2.24) до правої може слугувати критерієм для поділу промислових підприємств за *категоріями екологічної досконалості технології виробництва* (табл. 2.1).

Приналежність підприємства до V категорії вказує на необхідність корінного вдосконалення технології виробництва. IV категорія – це свідоцтво можливого вирішення задачі шляхом оптимізації гідрологічних умов (створення водосховищ для регулювання річкового стоку). У разі III категорії можна вдаватися до регулювання скиду стічних вод із ставка-накопичувача (згідно з витратою води в річці). Нарешті, II і I категорії свідчать про достатню досконалість технології використання водних ресурсів.

Таблиця 2.1 – Категорії екологічної досконалості технології виробництва

№	Категорії	$Q_{\phi} / \left\{ Q_{\text{ст}} \left[\sum_{s=1}^{s=m} C_{\text{ст},s} / (\text{ГДК}_s - 1) \right] \right\}$
1	I	< 5
2	II	5-50
3	III	50-100
4	IV	100-500
5	V	> 500

Для забезпечення найбільш сприятливих умов розведення стічних вод в річках інколи вдаються до будівництва розсіюючих випусків. Такий випуск є трубою з розташованими на ній вихідними патрубками. З врахуванням особливостей льодового режиму і руслового процесу, а також потреб судноплавства труба може розташовуватися над водною поверхнею, на деякій глибині від поверхні, на дні річки. При розсіюючому випуску стічних вод посередині річки відстань до перерізу повного перемішування зменшується приблизно в 1,5 рази порівняно із зосередженим випуском біля берега. Важливим є і те, що струмінь з найбільшою концентрацією забруднювальної речовини перебуває при цьому на стрижні, а не біля берега.

Основна складність при розрахунках розведення і самоочищення

стічних вод в річках пов'язана з вибором коефіцієнта швидкості самоочищення. За наявності спостережень його можна визначити зворотним шляхом, наприклад, у простому випадку для безприточної ділянки річки

$$K = (2,3/\tau) \lg (C_0/C_x). \quad (2.25)$$

Коефіцієнт швидкості самоочищення K характеризує результуючий ефект складного комплексу фізичних, хімічних і біохімічних процесів, які в різних природних умовах протікають з неоднаковою інтенсивністю. До цього необхідно додати, що оскільки коефіцієнт K обчислюється зворотним шляхом, то в ньому відбиваються випадкові і систематичні похибки визначення концентрації C_0 і C_x , а також часу добігання τ . Цим пояснюється надзвичайно великий діапазон коливання коефіцієнта K на конкретній ділянці річки для одного і того ж інгредієнта. Найчастіше коефіцієнт K береться постійним. Іноколи вдається виявити зв'язок його з температурою або витратою води. Наприклад, для фенолів

$$K_T = K_{T=0} 1,08^T, \quad (2.26)$$

при $K_{T=0}$ для різноманітних фенолів від 0,04 до 0,14 (T – температура води $^{\circ}\text{C}$). Прийнято вважати, що з підвищенням температури на 10°C коефіцієнт K_T збільшується в 2 рази. Виявлено, що для свіжих органічних забруднювальних речовин має значення інтенсивність перемішування води. Чим більшою є турбулізованість водного потоку, тим кращим є контакт бактерій з розчиненими і завислими речовинами. Числовою характеристикою ступеня турбулізованості потоку може слугувати число Рейнольдса, коефіцієнт турбулентної дифузії, нарешті, витрата води.

Деяке уявлення про коефіцієнти швидкості самоочищення K дають лабораторні експерименти.

Розрахунки розведення і самоочищення стічних вод в озерах і водосховищах через складний і нестійкий характер течій, наявності вітрового хвилювання, а також значної ролі біотичних чинників – задача більш складна, ніж в річках.

Стосовно випуску стічних вод можна виділити в межах водойми три зони:

1) *Зона початкового розведення*. Тут швидкість перебігу струменя випуску набагато більша, ніж швидкість перебігу решти води. Розміри її обчислюються десятками, іноколи сотнями метрів. Розведення відбувається тим інтенсивніше, чим значнішою є глибина і вітрове хвилювання.

2) *Прибережна зона водойми* характеризується частою зміною напрямку течії і, як наслідок, плямистого розподілу забруднювальних речовин. Причини цього: дія вітру і взаємодія водних мас прибережних і центральних районів.

3) *Центральна зона водойми* з більш-менш стійкою формою циркуляції водних мас; характер циркуляції визначається морфометрією, стоком річок, які впадають та витікають, а також вітром, градієнтами температури води за акваторією і глибиною.

Описані методи розрахунку розведення стічних вод в річках і водоймах мають один спільний недолік – недоврахування можливої відмінності густини природних і стічних вод через неоднакову температуру, мутність і мінералізацію. «Важкі» стічні води поширюються переважно в придонних шарах річкового потоку, а у водосховищах – по колишніх руслах річок.

2.2.2 Очищення стічних вод

Основними джерелами забруднення вод є атмосферні опади, стоки з сільськогосподарських полів, ферм та інших об'єктів, міські й промислові стічні води, водний транспорт та зливові води. Останні змивають з ґрунтів значні кількості бруду і переносять їх у річки та інші поверхневі водойми. До них добавляються промислові стічні води, в яких містяться шкідливі хімічні речовини. **Стічні води** – води, які відходять після використання в побутовій, промисловій та сільськогосподарській діяльності людини або які пройшли через будь-яку забруднену територію чи об'єкт.

Залежно від характеристики стічні води поділяють на умовно чисті (оборотні) і брудні. **Умовно чистими** (оборотними) стічними водами вважають води після охолодження технологічного обладнання, компресорів та іншого устаткування. Після використання в технологічних процесах їх охолоджують у градирнях і заводських ставках, у деяких випадках звільняють від зависей і знову повертають на охолодження. **Брудні** стічні води різняться за складом забрудників, який визначається технологією виробництва.

Усі види забруднень можна розподілити на хімічні, фізичні, біологічні й теплові. У різних технологічних процесах у промисловості використовують воду, внаслідок чого утворюються такі відпрацьовані стічні води:

- **реакційні** води, що виділяються в ході реакцій. Вони забруднені домішками сировини і продуктів реакції;
- **промивні** води після промивання сировини, продуктів, обладнання, тари, маточні водні розчини;
- **води, що надходять із сировиною** у вигляді вільної та зв'язаної води;
- **водні екстрагенти і абсорбенти**;
- **охолодні води**, що не стикаються з сировиною і продуктами;

- **побутові** води з їдалень, душових, після миття приміщень, пралень, туалетів та ін.;
- **атмосферні опади**, що стікають з території промислових підприємств та інших господарських об'єктів.

Залежно від виду виробництва ці води містять різні шкідливі сполуки неорганічної (луги, кислоти, мінеральні солі) та органічної (органічні сполуки, поверхнево-активні речовини, мийні засоби, пестициди, нафтопродукти тощо) природи. Більшість з них отруйні для біоти водойм. Ці сполуки поглинаються фітопланктоном і передаються ланцюгами живлення більш високоорганізованим організмам. У результаті вміст шкідливих речовин у м'ясі хижої риби (щука, судак, окунь) може в тисячі разів перевищувати їх вміст у воді. Це дуже небезпечно для людей, птахів і тварин, що споживають цю рибу.

Особливо сильно забруднюють природні поверхневі води промислові стічні води хімічних, нафтопереробних, металургійних, шкіряних заводів, текстильних і целюлозно-паперових фабрик, м'ясокомбінатів та інших підприємств. Підприємства целюлозно-паперової промисловості скидають у водойми значні кількості целюлозного волокна та розчинених органічних сполук (вуглеводів, смол, жирів). Забруднені стічні води утворюються під час обробки целюлозної й паперової маси, під час промивання й загущення целюлози, конденсації здувок, розганяння скипидару-сирцю, видалення шлаків, «мокрого» обкорування деревини.

Значну кількість органічних сполук, не властивих природі (ксенобіотиків), містять стоки хімічних підприємств органічного синтезу, виробництва пластмас і мийних засобів. Багато з цих речовин дуже стійкі, біологічно активні і важко видаляються зі стоків, наприклад мийні засоби – детергенти.

У сільському господарстві для підвищення врожаїв і продуктивності земель застосовують пестициди, які змиваються з полів у річки, озера та інші водойми. Тваринництво є постачальником значної кількості мертвої органіки – гною, підстилки, сечовини, які потрапляють у водойми. Наявність сполук нітрогену в поверхневих водах спричинена органічними речовинами тваринного або рослинного походження. При цьому вміст аміаку може коливатися від 0,05 до 1,0 мг/дм³ і більше, нітритів – від 0,01 до 0,09 і вище, нітратів – до 5-10 мг/дм³. У відкритих водоймах міститься також багато різних органічних речовин – феноли, вуглеводні, гумінові сполуки тощо. Їх кількість нерідко сягає 70% маси сухого залишку. Окиснюваність коливається в межах 2-30 мгО₂/дм³, зменшуючись узимку і збільшуючись улітку. Найбільшу окиснюваність мають води з вмістом гумінових речовин, що спричинює підвищену кольоровість (50-100 градусів і більше).

Біологічне забруднення води відбувається за рахунок надходження зі стічними водами різних мікроорганізмів, рослин і тварин (найпростіші,

гриби, черви, бактерії, віруси та ін.). Багато з них є хвороботворними для людей, тварин і рослин. Найбільшими біологічними забрудниками є комунально-побутові стічні води. Промисловими біологічними забрудниками є підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати й цукрові заводи. Бактеріальне обсіменіння річок, що протікають повз густонаселені райони, є дуже значним. Так, у водосховищі Москва число колоній досягає 429 000 в 1 мл, а подекуди може бути і значно вищим (600 000 і більше). Колі-індекс становить відповідно кілька мільйонів.

Фізичне забруднення води пов'язане зі зміною її фізичних властивостей: прозорості, вмісту зависей та інших нерозчинних домішок, температури й радіоактивності. Нерозчинні речовини (пісок, намул, глинисті часточки та ін.) потрапляють у воду з поверхневим зливом, особливо в разі розорювання водозахисних смуг уздовж річок і наближення орних ділянок до урізу води. Багато зависей потрапляє у водойми із суспензіями з підприємств гірничорудної промисловості (драги, промивні установки та ін.). Пил заноситься з поверхні ґрунту сильними вітрами, особливо в суху погоду. Тверді завислі часточки зменшують прозорість води, пригнічуючи таким чином процеси фотосинтезу водяних рослин, забивають зябра риб тощо. Особливу небезпеку для всього живого становлять радіоактивні домішки, що потрапляють у водойми з викидами АЕС, особливо під час аварій, з часточками попелу ТЕС.

Теплове забруднення спричинює спускання у водойми теплих вод з різних енергетичних установок. Надходження нагрітих вод у річки й озера істотно змінює їх термічний і біологічний режими. Найбільшими тепловими забрудниками є ТЕС і АЕС. Підвищення температури води у водоймах призводить до таких негативних наслідків: до 26°C шкідливого впливу не спостерігається; в інтервалі 26-30°C відбувається пригнічення життєдіяльності риб; понад 30°C спостерігається шкідлива дія на біоценози, а за 34-36°C гине риба та деякі види інших організмів. У теплих водах порушуються умови нересту риб, гине зоопланктон, риби уражуються паразитами і хворобами.

Ступінь допустимого забруднення води у водоймах, що визначається її фізичними властивостями і здатністю до нейтралізації домішок та самоочищення, розглядають як **гранично допустиме навантаження на водойму (ГДН)**. Оскільки в результаті споживання води її ресурси зменшуються і можливі ушкодження екосистем або можливе використання водойм для купання, рибальства та відпочинку, обмеження навантаження тільки з погляду потрапляння у воду промислових забруднень є недостатнім. У цих випадках потрібно розробляти нормативи **гранично допустимого екологічного навантаження на водойму (ГДЕН)**.

Відповідно до регламенту водокористування «Правила охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» допустиме

навантаження на водойму ($C_{\text{доп}}$) визначається як різниця між установленим нормативним навантаженням (тобто можливістю) та існуючим ($C_{\text{існ}}$). Так, якщо під нормативним навантаженням розуміють концентрацію деякої речовини ($C_{\text{норм}}$), то можливість скидання цієї речовини у водойму ($C_{\text{доп}}$) становить

$$C_{\text{доп}} = C_{\text{норм}} - C_{\text{існ}}. \quad (2.27)$$

Якщо показники складу і властивостей води у водоймі змінилися в результаті виробничої діяльності та побутового використання і стали непридатними для одного з видів водокористування, таку водойму вважають забрудненою. Якщо різні домішки перебувають у межах, допустимих нормативами, водойму вважають не забрудненою.

Склад і властивості води у водоймах мають відповідати нормативам у створі, закладеному на водотоках, на відстані одного кілометра вище від найближчого за течією пункту водокористувача (господарсько-питне водопостачання, місця купання, організованого відпочинку, територія населеного пункту тощо), а на непроточних водоймах – на відстані одного кілометра по обидва боки від пункту водокористувача. У багатьох випадках стічні води скидають у межах міської забудови. Отже, першим пунктом водокористування в даному випадку є населений пункт. Тому стічні води слід очищати або розбавляти перед скиданням у водойму чи розсіювати відразу після випускання до встановлених нормативів ГДК.

Для води культурно-побутового та господарсько-питного призначення в основу нормування покладені переважно санітарно-токсикологічні, загальносанітарні та органолептичні обмеження, а для води рибогосподарського призначення – рибогосподарські, токсикологічні і почасти органолептичні ліміти. Всього для води господарсько-питного призначення встановлені ГДК для 640 речовин, рибогосподарського призначення – для 147 речовин.

Одного дотримання гранично допустимих концентрацій недостатньо для забезпечення якості води. Для гарантування якості води в створі водокористування і водоспоживання для кожного підприємства встановлюють **гранично допустиме скидання (ГДС)** шкідливих речовин. ГДС – це маса забруднень у стічних водах, допустима для відведення з установленим режимом у певному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води в контрольному пункті. ГДС виражається у грамах за секунду і визначається за формулою

$$\text{ГДС} = C_{\text{ст}} \cdot q, \quad (2.28)$$

де $C_{\text{ст}}$ – максимально допустима концентрація забруднювальної речовини в стічній воді, мг/дм³;

Q – витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{с}$.

ГДС встановлюють з урахуванням ГДК шкідливих речовин у місцях водокористування, здатності водойми до самоочищення та оптимального розподілу маси речовин, що скидаються.

Попередження забруднення стічних вод на підприємствах може бути забезпечене організаційними та технічними заходами.

Організаційні заходи зводяться до попередження спуску стічних вод у водойми без їх очищення. Технічні заходи передбачають очищення стічних вод різними способами, їх повторне використання для технічних потреб і поливання, створення оборотних і замкнених систем водокористування, вдосконалення технологічних процесів на промислових підприємствах з метою зменшення кількості забруднень у стічних водах, перехід на безвідходні та маловідходні технології, скорочення забруднення територій паливно-мастильними та лакофарбовими матеріалами, мінеральними та органічними добривами, тирсою та іншими виробничими відходами, які зі зливними стоками можуть потрапляти у водойми.

Очищення виробничих стічних вод на промислових підприємствах може здійснюватися за такими напрямками:

- очищення стічних вод на заводських очисних спорудах;
- очищення стічних вод після забруднення на заводських, а потім на міських очисних спорудах з подальшим спуском у водойми;
- безперервне очищення виробничих стічних вод і розчинів на локальних очисних спорудах протягом визначеного часу, після чого вони потрапляють в обіг, і лише після з'ясування неможливості регенерації усереднюються і передаються на заводські очисні споруди та утилізуються.

Основні способи очищення виробничих стічних вод поділяються на: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні та комплексні (рис. 3.4).

Механічні способи переважно застосовують для очищення стічних вод від твердих частинок і масляних забруднень.

Вибір схеми очищення води від таких речовин залежить від виду, кількості забруднень і необхідного ступеня очищення.

Фізичні способи очищення становлять основу термічного очищення, яке застосовується для знешкодження мінералізованих стічних вод.

Хімічні способи застосовують самостійно перед подачею стічних вод у систему оборотного водопостачання, перед спуском їх у водойми або міську каналізаційну мережу. В деяких випадках хімічне очищення доцільно проводити перед біологічним очищенням.

Фізико-механічні й фізико-хімічні способи широко застосовуються для очищення стічних вод на машинобудівних, деревообробних, целюлозно-паперових підприємствах, а також на заводах ДСП, ДВП, де спостерігається велика кількість забруднювачів.



Рис. 2.3 – Класифікація способів очищення стічних вод

Біологічне очищення – це досить поширений спосіб очищення стічних вод від багатьох органічних і деяких неорганічних речовин, що викидаються підприємствами харчової, целюлозно-паперової, меблевої промисловостей.

2.2.2.1 Механічне очищення стічних вод

Механічне очищення застосовують для вилучення із стічних вод нерозчинених мінеральних та органічних домішок з метою підготовки до біологічного, фізико-хімічного або іншого методу очищення. Механічне очищення є попереднім, рідше - кінцевим етапом очищення стічних вод.

Проціджування як різновид механічного очищення призначене в основному для вилучення зі стічних вод крупних твердих нерозчинених частинок розміром до 25 мм, а також дрібних волокнистих частинок, які при подальшій обробці стоків є перешкодою для нормальної роботи очисного обладнання. Стічні води проціджують через решітки.

Решітки з металевих прутів (стрижнів), розташованих на відстані 5-25 мм, встановлюються у колекторах очисних споруд вертикально або під кутом 60-75° до горизонту, вони розраховуються на максимальний приплив стічних вод або на пропускну здатність очисної станції.

Швидкість стічної води на решітці не повинна перевищувати 0,8-1,0 м/с при максимальному потоці стічних вод.

Під час роботи решітка повинна постійно очищатися механічним способом, за допомогою вертикальних або поворотних граблів. Усунені з решітки домішки подрібнюють у спеціальних дробарках і скидають у потік стічної води за решіткою або спрямовують на переробку.

Для видалення дрібніших зважених частинок застосовують сита двох типів: барабанні й дискові. Перші – сітчасті барабани з отворами 0,5-10 мм. При обертанні барабана стічна вода фільтрується через його зовнішню або внутрішню поверхню залежно від подачі води. Затримані домішки змиваються з сітки водою й відводяться в жолоб. Продуктивність сита залежить від діаметра барабана, його довжини та властивостей домішок. Сита широко застосовують у целюлозно-паперовій промисловості, а також при виробництві деревоволокнистих плит.

Відстоювання – процес осідання твердих частинок у рідині. Можливе вільне осідання частинок, що не злипаються, та осідання частинок, схильних до злипання (коагуляції). Закономірності вільного осідання частинок зберігаються при їх масовій концентрації не більше $2,6 \text{ кг/м}^3$.

Для очищення стічних вод відстоюванням використовують пісковловлювачі (рис. 2.4, *а, б*) та відстійники (рис. 2.4, *в*).

Стічна вода, що надходить у пісковловлювач **2** через вхідний патрубок **1**, рухається прямолінійно, а тверді частинки осідають, накопичуючись у шлакозбірнику **3** і на дні пісковловлювача. Очищена вода через вихідний патрубок **4** спрямовується для подальшої обробки. Осад із пісковловлювач видаляють щодобово.

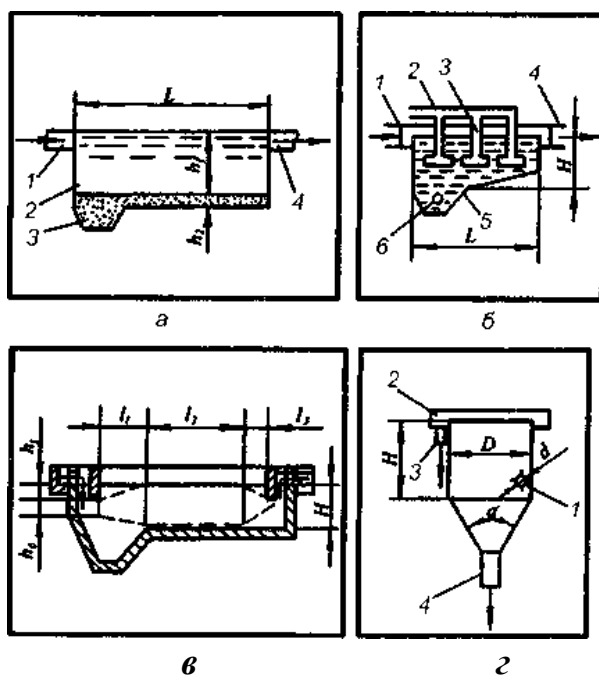


Рис. 2.4 – Основні схеми установок для очищення стічних вод від твердих домішок:

а – пісковловлювач;

б – аерований пісковловлювач;

в – відстійник;

г – гідроциклон

Для виділення твердих частинок фракційним складом застосовують аеровані пісковловлювачі (рис. 2.4, *а*). До складу таких пісковловлювачів входить: вхідна труба **1**, повітровід **2**, повітророзподільник **3**, вихідна труба **4**, шламозбірник **5** з отвором **6** для виділення шламу. Крупні фракції осідають так, як і в горизонтальних пісковловлювачах. Дрібніші частинки, обволікаючись бульбашками повітря, впливають на поверхню води і вилучаються з неї скребковими механізмами.

Крім пісколовок, для механічного очищення води часто застосовують відстійники (рис. 2.4, *в*). За напрямком руху стічної води відстійники поділяються на горизонтальні, вертикальні, радіальні та комбіновані.

У стічних водах, до складу яких входять завислі домішки, трапляються, як правило, частинки різної форми й розміру. Такі води формують полідисперсні гетерогенні, агрегатно нестійкі системи.

У процесі осідання змінюються розмір, густина й форма частинок. Крім цього, при злитті різних за хімічним складом стічних вод можуть утворюватись тверді речовини, в тому числі й коагулянти, що також впливають на форму та розміри частинок, всі ці фактори ускладнюють процес осідання.

Процес відстоювання часто використовують для очищення виробничих стічних вод від нафтопродуктів (бензину, мастил), смол, жирів та ін. Очищення від спливаючих домішок аналогічне осіданню твердих речовин. Відмінність лише в тому, що густина частинок, які спливають, менша, ніж густина води. Для вловлювання частинок масел і жирів застосовують масло-пастки й жиропастки.

Очищення стічних вод методом **відцентрування** здійснюється у гідроциклонах і центрифугах. На рис. 2.4, *г* зображено відкритий гідроциклон, що використовується для очищення стічних вод від крупних твердих частинок зі швидкістю осідання понад 0,002 м/с. Він складається з вхідного патрубку **1**, кінцевого зливу **2**, труби для відведення очищеної води **3** і шламовідвідної труби **4**.

При проектуванні відкритих гідроциклонів рекомендуються такі значення геометричних характеристик: $D = 2-10$ м; $H = D$; $d = 0,1D$; $\alpha = 60^\circ$ (D , H – відповідно діаметр і висота циліндричної частини циклона; d – діаметр вихідної труби; α – кут між двома твірними конуса).

Фільтрування призначене для очищення стічних вод від дрібнодисперсних твердих домішок з невеликою концентрацією. Цей метод застосовується також після фізико-хімічного та біологічного очищення, оскільки вони часом супроводжуються виділенням в очищувану воду механічних домішок. Для фільтрування стічних вод використовують два класи фільтрів: зернисті (вода пропускається через незв'язані пористі матеріали) і мікрофільтри, фільтроелементи яких виготовлені зі зв'язаних

пористих матеріалів. У зернистих фільтрах як фільтроматеріали використовують кварцовий пісок, подрібнений шлак, гравій та ін.

2.2.2.2 Фізичне очищення стічних вод

До фізичних способів очищення стічних вод належать насамперед випарювання, виморожування та ін. При цьому вирішальним фактором є температура. Тому такі способи очищення в інженерній практиці часто називають термічними.

Ці способи застосовують для очищення мінералізованих стічних вод, виділення з них солей та отримання умовно чистої води для кільцевого водопостачання.

Процес розділення мінеральних речовин і води відбувається у два етапи: концентрування і виділення сухих речовин. Очищену воду з мінералізованих стічних вод отримують у випарювальних, виморожувальних (вакуумних) і кристалогідратних установках. Вибір способу очищення залежить від складу, концентрації, об'єму стічних вод, їх корозійної активності й необхідного ступеня очищення.

Для випарювання стічних вод, що виділяються при виробництві синтетичних смол, лаків, фарб, реактивів та ін., широко застосовують випарювальні установки з контактними апаратами. У них відбувається безпосередній контакт між теплоносіями і стічною водою. Для нагрівання води використовують газоподібні, рідкі та тверді теплоносії.

Випарювальні установки бувають одноступеневими й багатоступеневими. На практиці широко застосовують одноступеневі адіабатні, випарювальні установки (рис. 2.5). Питому витрату пари для одного ступеня приймають приблизно 1 кг/кг.

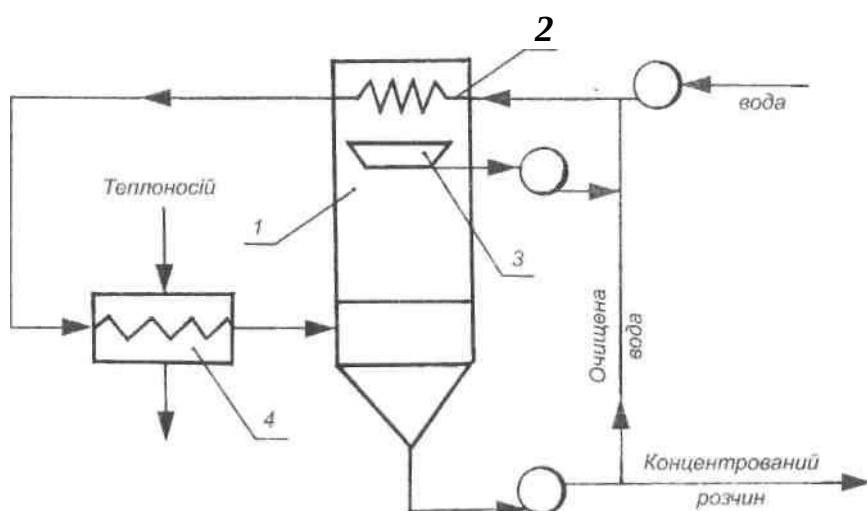


Рис. 2.5 – Схема одноступеневої адіабатної випарювальної установки:

- 1 – камера випарювання;
- 2 – конденсатор;
- 3 – підставка;
- 4 – підігрівач

Цю установку називають установкою миттєвого випарювання. Вона працює за таким принципом. Стічна вода насосом подається в конденсатор **2**, де попередньо нагрівається водяною парою. Далі вода подається у підігрівач **4**, з якого потрапляє в камеру випарювання **1**. З цієї камери розчинник насосом подається частково на рециркуляцію і частково на подальше випарювання. Дистилат, що стік на підставку **3**, насосом подається споживачу.

В установках виморожування процес концентрування мінералізованих вод ґрунтується на тому, що концентрація солей у кристалах льоду значно менша, ніж у розчині (теоретично утворюється прісний лід). Виморожування може здійснюватись у вакуумі або за допомогою спеціального холодильного агента. Схема установки для концентрування розчинів виморожуванням наведена на рис. 2.7.

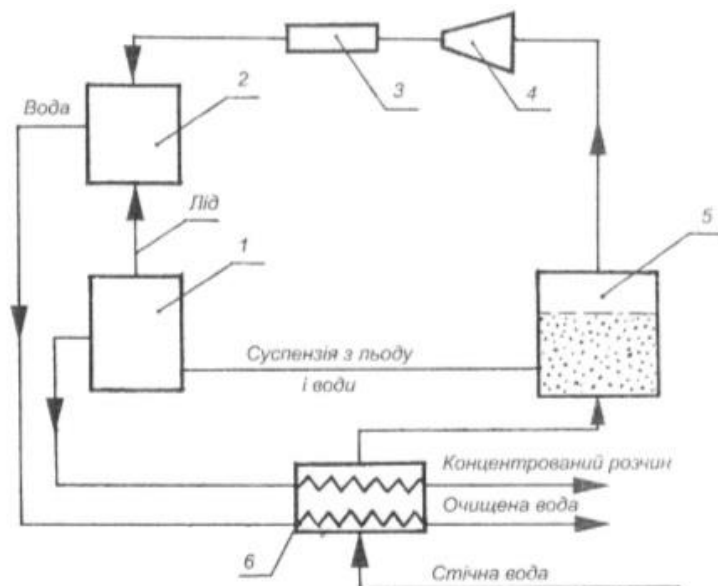


Рис. 2.7 – Схема установки для концентрування розчинів виморожуванням під вакуумом:

- 1** – промивна колонка;
- 2** – конденсатор-розпилювач;
- 3** – допоміжна холодильна установка;
- 4** – конденсатор;
- 5** – кристалізатор;
- 6** – теплообмінник

Опишемо принцип роботи установки. При подачі в кристалізатор **5** з попередньо охолодженого розчину утворюється лід. Кристали льоду виділяються із суспензії в промивній колонці **1**, а потім розморожуються в конденсаторі **2**. Для стискання водяної пари до тиску, що відповідає насиченню чистої води при температурі її заморожування, використовують компресор **4**. Установка працює при високому вакуумі. Установки такого типу використовують для опріснення солоних вод.

Для очищення стічних вод часто застосовують кристалогідратні установки (рис. 2.8). Кристалогідратний процес полягає в концентруванні стічної води з гідроутворюваним агентом (пропаном, хлором, фреоном, вуглекислим газом та ін.) та утворенні кристалогідратів.

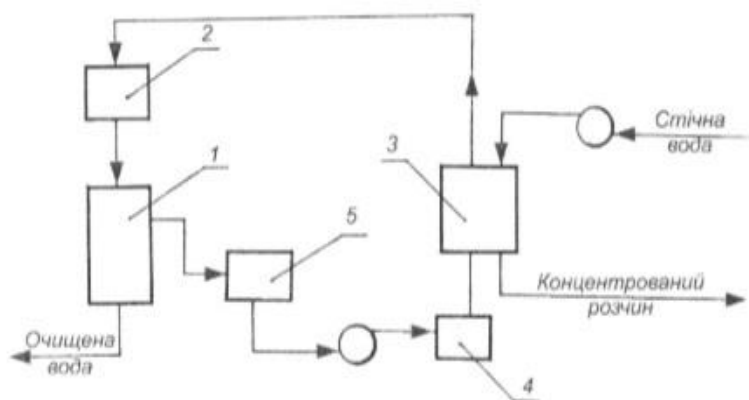


Рис. 2.8 – Схема установки для очищення стічної води методом гідратування:

- 1 – сепаратор;
- 2 – камера танення;
- 3 – камера гідратування;
- 4 – ємність;
- 5 – конденсатор

При переході молекул води в кристалогідрати концентрація розчинених речовин у воді підвищується. При таненні кристалів утворюється вода, з якої виділяється пара гідротворюваного агента. Процес гідратування може протікати при температурі, нижчій та вищій від температури навколишнього середовища. У першому випадку необхідно застосувати холодильні установки, в другому – не потрібно.

Процес очищення води методом гідратування відбувається в такий спосіб. Стічна вода подається в камеру 3 під тиском, при якому утворюються гідрати. Одночасно в камеру іншим насосом подаються теплоносії та гідротворювана речовина. Теплоносії є розчинниками для гідратуючої речовини. У камері забезпечується безпосередній контакт стічної води й теплоносія, внаслідок чого утворюються тверді гідрати.

Насичена хімічними речовинами стічна вода відводиться з камери, а теплоносії з гідратами поступає в камеру розмороження 2, де відбувається руйнування кристалогідратів за допомогою тепла, що виділяється в процесі утворення гідратів. З камери 2 чиста вода, теплоносії та гідротворювальна речовина потрапляють у сепаратор 1, де розділяються. Чиста вода відводиться за межі установки, а теплоносії і пара гідротворюваної речовини поступають у конденсатор 5, де пара цієї речовини конденсується, після чого з теплоносієм спрямовується в камеру 3 для повторного використання. Як теплоносії використовують метан, пропан та інші гази, які, на жаль, поки що досить дорогі.

Із фізичних методів очищення стічних вод найбільш ефективним й універсальним є вогневий метод. Суть його полягає в розпиленні стічних вод безпосередньо в топкових газах, нагрітих до температури 900-1000°C. При цьому вода повністю випаровується, а органічні суміші згорають. Мінеральні речовини, що є у воді, утворюють тверді або розплавлені частинки, які пізніше вловлюються. Цей метод широко застосовується для очищення стічних вод, забруднених високотоксичними органічними речовинами – відходами лакофарбових матеріалів, які часто

використовуються у технологічних процесах деревообробних підприємств та ін.

Кристалізація. Метод ґрунтується на використанні залежності розчинності речовин від температури. За зміни температури можна одержати перенасичені розчини, з яких випадають кристали речовин. Цей метод використовується для виділення з рідини кристалів домішок. В економічному відношенні цей метод придатний лише для очищення невеликих кількостей концентрованих стічних вод.

Процес кристалізації може бути прискорений за рахунок перемішування і охолодження стічної рідини. Кристалізація здійснюється в кристалізаторах періодичної дії з натуральним і штучним охолодженням, у кристалізаторах безперервної дії та у випаровувачах.

2.2.2.3 *Фізико-механічне очищення стічних вод*

Фізико-механічні способи очищення стічних вод базуються на флотації, мембранних технологіях очищення та азотропному відгоні.

Флотація – найбільш поширений спосіб очищення стічних вод целюлозно-паперових і деревообробних підприємств. Флотацію успішно використовують для очищення стічних вод від маслопродуктів та інших легкоспливаючих речовин, що застосовуються в різних галузях промисловості.

Флотація – це процес молекулярного прилипання частинок забруднювальних речовин до поверхні розподілу двох фаз: вода – повітря, вода – тверда речовина. Процес очищення стічних вод від легкоспливаючих речовин (розчинників, нафтопродуктів та ін.), волокнистих матеріалів за допомогою флотації полягає в утворенні системи «частинки забруднень-бульбашки повітря», які спливають на поверхню та утилізуються.

Ефект розділення флотацією залежить від розміру й кількості бульбашок повітря. Дослідами встановлено, що оптимальним слід вважати розмір бульбашок 15-30 мкм. При цьому необхідний високий ступінь насичення води повітряними бульбашками. Питома витрата повітря знижується з підвищенням концентрації домішок, оскільки збільшується ймовірність зіткнення і прилипання частинок забруднювальних речовин до повітряних бульбашок. Важливе значення має стабілізація розмірів бульбашок у процесі флотації. Для цього у воду вводять різні піноутворювачі, що зменшують поверхневу енергію розділення фаз. До них належать: соснове масло, крезол, феноли, алкілсульфат натрію та ін.

Вага частинок не повинна перевищувати сили їх прилипання до бульбашок і підіймальної сили бульбашок.

Флотація може бути використана у поєднанні з **флокуляцією**. Цей процес інколи називають **флоктацією**.

Перевагами флотації є: безперервність і велика швидкість процесу, високий ступінь очищення (95-98%), можливість рекуперації вилучених речовин, простота конструкції флотаційних установок, незначні капіталовкладення.

За принципом дії флотаційні установки класифікуються на такі види: з механічним диспергуванням повітря; з подачею повітря через пористі матеріали; електрофлотаційні та біологічні флотаційні установки.

На машинобудівних, деревообробних і целюлозно-паперових підприємствах доцільно застосовувати пінні, напірні, вакуумні хімічні та біологічні флотаційні установки.

На рис. 2.9 наведена напірна флотаційна установка. Принцип її роботи полягає в такому. Стічна вода трубопроводом **1** через отвори рівномірно надходить у флотатор **10**. Одночасно трубопроводом **2** подається стиснене повітря, яке через насадки **11** з пористого матеріалу у вигляді дрібних бульбашок рівномірно розподіляється вздовж перерізу флотатора. При спливанні бульбашки повітря обволікають частинки забруднених речовин, збільшуючи швидкість їх спливання. Піна накопичується між дзеркалом води і кришкою **3** флотатора, відсмоктується відцентровим вентилятором **4** у збірник **5** і через трубопровід **6** спрямовується для обробки піни та вилучення з неї забруднювальних речовин. У процесі вертикального переміщення стічної води у флотаторі спостерігається насичення води киснем повітря. Очищена вода, огинаючи перегородку **9**, зливається у водоприймач **7** і звідси трубопроводом **8** подається на переробку.

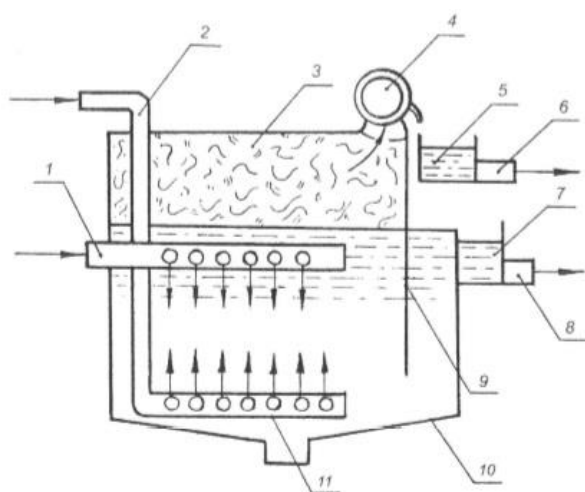


Рис. 2.9 – Схема напірної флотаційної установки:

- 1** – трубопровід для стічної води;
- 2** – трубопровід для стисненого повітря; **3** – кришка;
- 4** – відцентровий вентилятор;
- 5** – пінозбирач;
- 6** – трубопровід для піни;
- 7** – водоприймач;
- 8** – трубопровід для відведення води; **9** – перегородка;
- 10** – флотатор;
- 11** – насадки

Ефект флотації з подачею повітря через пористі матеріали залежить від величини отворів у пористому матеріалі, тиску повітря, витрати повітря, тривалості флотації, рівня води у флотаторі. Досліди підтверджують, що розмір отворів у пористому матеріалі повинен становити від 4 до 20 мкм, тиск повітря 0,1-0,2 МПа, витрати повітря 40-70 м³/(м²·год), тривалість флотації 20-30 хв, рівень води в камері до флотації 1,5-2,0 м.

Крім флотації з механічним диспергуванням повітря, на підприємствах також застосовуються хімічна та біологічна флотації.

Хімічна флотація ґрунтується на введенні в стічну воду хімічних реагентів для її обробки, які спричиняють хімічні процеси з виділенням газів: О₂, СО₂, СІ₂ та ін. Бульбашки цих газів при деяких умовах можуть прилипати до нерозчинених твердих частинок і виносити їх у пінний шар. Таке явище, наприклад, спостерігається при обробці стічних вод хлорним вапном із введенням коагулянтів.

Біологічна флотація застосовується для ущільнення осаду із первинних відстійників при очищенні побутових стічних вод. Для цього осад підігрівається водяною парою в спеціальній ємності до 35-55°С і у таких умовах витримується декілька діб. У результаті діяльності мікроорганізмів виділяються бульбашки газів, які виносять частинки осаду в пінний шар, де вони ущільнюються.

Зворотний осмос (гіперфільтрація) – це процес фільтрування стічних вод через напівпроникні мембрани під тиском. Мембрани – це тонкі перегородки, виготовлені з напівпроникних і проникних матеріалів (полімери, неорганічні матеріали та ін.), які здатні розділяти як рідинні, так і газові суміші на компоненти. Мембрани, пропускаючи молекули розчинника, затримують розчинені речовини. При зворотному осмосі відокремлюються частинки (молекули, гідратовані іони), розміри яких не перевищують розміри молекул розчинника. При ультрафільтрації розмір окремих частинок на порядок більше, але максимальні їх розміри не перевищують 0,5 мкм. Таким чином, зворотний осмос відрізняється від ультрафільтрації тим, що він може відокремлювати частинки дуже малих розмірів. Тиск, необхідний для проведення процесу зворотного осмосу, є набагато більшим (6-10 МПа), ніж для процесу ультрафільтрації (0,1-0,5 МПа).

Зворотний осмос широко застосовують для знесолювання води в системах водопостачання парових і водяних котлів промислових підприємств, ТЕЦ, а також для очищення промислових і побутових стічних вод.

Перевагою цього методу очищення є відсутність фазових переходів при відокремленні домішок, що забезпечує невелику затрату енергії на виконання процесу; можливість проведення процесу очищення при кімнатних температурах без застосування або з невеликими добавками

хімічних реагентів; простота конструкції установок. Недоліки методу: виникнення явища концентраційної поляризації, що полягає у збільшенні концентрації розчиненої речовини на поверхні мембрани. Це призводить до зменшення продуктивності, ступеня розділення й тривалості експлуатації мембрани.

Для проведення процесу очищення стічних вод застосовують два види мембран: пористі мембрани у вигляді тонких плівок, виготовлених із полімерних матеріалів; непористі (динамічні та дифузійні) мембрани у вигляді квазігомогенних гелів. Найбільш поширеними є пористі полімерні мембрани, виготовлені з фторвуглецевих сполук, а також ацетат целюлози, поліетилену, скла та ін. Характерною властивістю таких мембран є неоднорідність на субмікроскопічному рівні розподілення іоногенних груп.

За способом закріплення мембран очисні установки поділяють на чотири основні типи:

- фільтрпреси з плоскопаралельними фільтрувальними пристроями;
- з трубчастими фільтрувальними елементами;
- з рулонними або спіральними елементами;
- з мембранами у вигляді порожнистих волокон.

Ультрафільтрація – це також мембранний процес розділення розчинів, але при малому осмотичному тиску, може застосовуватися для очищення стічних вод від високомолекулярних сполук частинок і колоїдів при виробництві деревостружкових плит, клеєної фанери, целюлози та ін.

2.2.2.4 *Хімічне очищення стічних вод*

Хімічне очищення стічних вод здійснюють переважно трьома способами: нейтралізацією, окисненням і відновленням.

Нейтралізацію проводять для доведення рН стічних вод до 6,5-8,5, тобто близького до нейтрального. Значить, нейтралізувати потрібно стічні води з $\text{pH} < 6,5$ (з кислою реакцією середовища) і з $\text{pH} > 8,5$ (з лужною реакцією середовища). Нейтралізацію здійснюють змішуванням кислот стічних вод з лугами додаванням реагентів або фільтруванням через нейтралізуючі матеріали.

Практика свідчить, що найбільшу небезпеку для навколишнього середовища створюють кислі стоки.

При хімічному очищенні застосовують такі способи нейтралізації:

- взаємну нейтралізацію кислих і лужних стічних вод змішуванням;
- нейтралізацію стічних вод реагентами (розчинами кислот,

негашеним вапном CaO , гашеним вапном Ca(OH)_2 , кальцинованою содою NaCO_3 , каустичною содою NaOH , розчином аміаку NH_4OH);

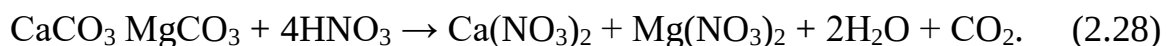
- фільтруванням стічних вод через нейтралізуючі матеріали (вапно, вапняк CaCO_3 , доломіт $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$, магнезит MgCO_3 , крейда CaCO_3).

Вибір способу нейтралізації стічних вод залежить від багатьох факторів: виду та концентрації кислот у стічних водах; витрат і режиму подачі відпрацьованих вод на нейтралізацію; наявності реагентів і місцевих умов та ін.

Нейтралізацію розчином вапна й вапняку рекомендують проводити тільки при рівномірній подачі стічних вод, що містять сильні кислоти. Фільтрування через шари вапняку, доломіту й крейди рекомендують для стічних вод, що містять соляну, азотну, сірчану кислоти при рівномірній подачі стічних вод.

В останні роки запропонований спосіб нейтралізації лужних стічних вод димовими газами, які містять CO_2 , SO_2 , NO_2 та ін. Це дозволяє одночасно очищати й газу, які відходять.

На рис. 2.10, *а* наведена схема доломітового фільтра-нейтралізатора. У ньому проводиться нейтралізація кислих стічних вод, забруднених соляною, сірчаною або азотною кислотами фільтруванням через шар доломіту. При цьому протікає така хімічна реакція:



Після відпрацювання доломіт вивантажують з фільтра і замінюють свіжим.

Процес нейтралізації постійно контролюється – систематично реєструється стан рН на виході із нейтралізатора. Стабільність і безперебійність роботи фільтра забезпечується надійною автоматикою.

Окислення застосовують для знешкодження виробничих стічних вод, в складі яких є токсичні домішки або сполуки, що недоцільно вилучати. На практиці часто застосовують окислювачі: хлор, хлорне вапно, діоксид хлору, озон, технічний кисень, гіпохлорид кальцію і натрію, кисень та ін.

Залежно від агрегатного стану хлору або хлоровмісних реагентів, що вводять у воду, визначають технологію обробки стічних вод. Якщо цю воду обробляють газоподібним хлором або озоном, то процес окислення здійснюють в окислювальних колонках або контактних камерах (рис. 2.10, *б*). Якщо окислювач знаходиться в розчині, то його спочатку подають у змішувач, а потім у контактний резервуар.

При окисленні розчинені отруйні речовини перетворюють у нетоксичні сполуки або в осад відстоюванням або фільтруванням стічних вод.

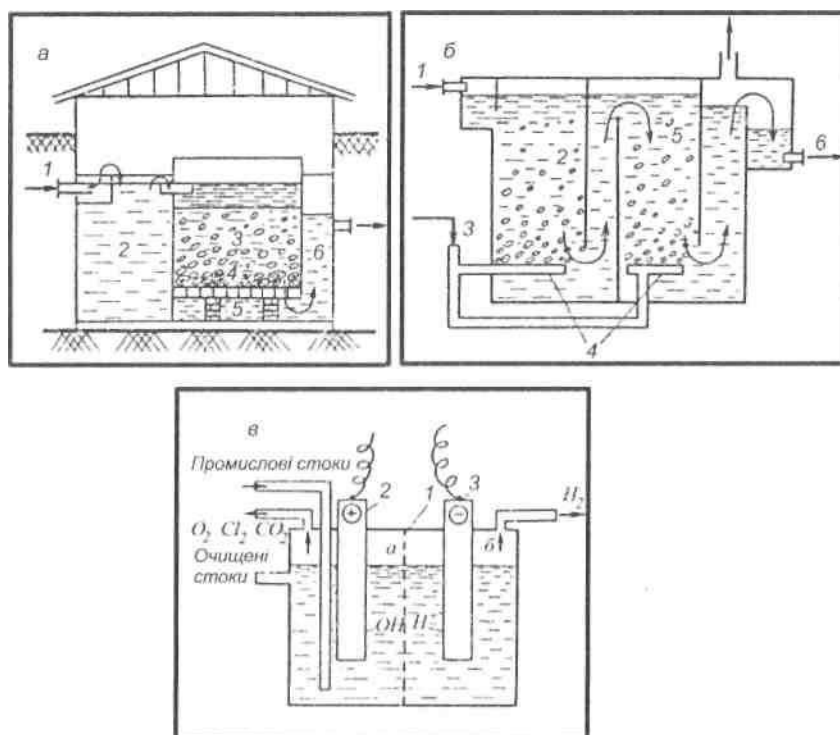


Рис. 2.10 – Основні види обладнання для хімічного очищення стічних вод:

- а** – вертикальний доломітовий фільтр-нейтралізатор: **1** – подача кислих стічних вод; **2** – приймальна камера; **3** – доломітовий фільтр; **4** – гравій; **5** – дренаж; **6** – випуск нейтралізованих стічних вод;
- б** – контактна камера озонування стічних вод: **1** – подача стічних вод; **2, 5** – камера озонування; **3** – введення озону; **4** – металокерамічні розпилювальні труби; **6** – вивід стічних вод;
- в** – камера електролітичного знешкодження (анодного окислення): **1** – напівпроникна перегородка; **2** – анод; **3** – катод

Хлор, що вводиться у стічну воду, гідролізується з подальшим утворенням хлорнуватої та соляної кислот [19]



Сильнішим окислювачем, ніж хлор, є озон. Він має здатність руйнувати при нормальній температурі у стічних водах значну кількість органічних сполук і домішок. Озон добувають безпосередньо на очисних спорудах в озонаторах. Він утворюється при електричному розряді в кисневому середовищі між двома електродами, до яких підводиться напруга 5-25 кВ.

У процесі обробки стічних вод озон, що подається в контактну камеру (рис. 2.10, **б**) у вигляді суміші, вступає в хімічні реакції з речовинами, що забруднюють воду.

Наведемо приклад характеру реакції окислення сірководню [19]



При надлишку озону переважає реакція, в результаті якої утворюється сірчана кислота



Після цього протікає реакція гідролізу до утворення малошкідливих продуктів. Цей спосіб окислення озоном у практиці називають озонуванням.

Озонування дає можливість одночасно знебарвлювати воду, усуває її присмаки, неприємні запахи тощо. Озонуванням можна очищати стічні води від фенолів, нафтопродуктів, поверхнево-активних речовин (ПАР), барвників у ароматичних вуглеводнів, пестицидів на промислових підприємствах.

Озон як окислювач має унікальні властивості. У водному розчині він дисоціює швидше, ніж у повітрі; дуже швидко дисоціює в слабколужних розчинах. У кислотних розчинах озон виявляє високу стійкість. У чистому сухому повітрі озон розкладається дуже повільно. При обробці води озоном відбувається розкладання органічних речовин і знешкодження води; бактерії гинуть у декілька тисяч разів швидше, ніж при обробці хлором, розчинність озону у воді залежить від рН і вмісту у воді розчинених речовин. Невеликий вміст кислот і нейтральних солей збільшує розчинність озону.

Дія озону в процесах окислення може відбуватися трьома способами: безпосереднє окислення за участю одного атома кисню; приєднання цілої молекули озону до речовини, що окислюється з утворенням озонідів; окислювальна дія кисню за допомогою каталізатора – озону.

Метод відновлення застосовують для очищення стічних вод у випадках наявності легковідновлювальних речовин (ртуть, миш'як, хром). На промислових підприємствах цей метод застосовують інколи.

Разом з озонуванням і хлоруванням виробничих стічних вод застосовують електрохімічне окислення, що ґрунтується на електролізі виробничих стічних вод (рис. 2.10, в). Основу електролізу виробничих стічних вод становлять два процеси: анодне окислення і катодне відновлення.

На аноді, виготовленому з платини або графіту, виділяється кисень і галогени, а також окисляються деякі органічні сполуки, наявні у стічних водах. На катоді виділяється водень і відновлюються деякі органічні сполуки. Внаслідок високої вартості електрохімічне окислення для очищення стічних вод має обмежене застосування.

2.2.2.5 Фізико-хімічне очищення стічних вод

Цей спосіб включає такі методи очищення стічних вод: коагуляцію, сорбцію, адсорбцію, дезодорацію, екстракцію та ін.

Коагуляцію переважно застосовують для очищення стічних вод від емульсій і суспензій, до складу яких входять колоїдні частинки розміром 0,001-0,1 мкм. Ці частинки мають електрзаряд, який виникає у результаті поглинання із водного розчину іонів. Заряд не дає можливості колоїдним частинкам злипатися і таким чином збільшує стійкість колоїдного розчину. Тому в колоїдний розчин додають коагулянти (солі алюмінію, заліза, магнію, вапно), які зменшують електрзаряд колоїдних частинок, унаслідок чого вони інтенсивно злипаються у великі частинки й осідають на дно очисної споруди.

Замість коагулянтів часто застосовують водні розчини полімерів, у молекулі яких містяться полярні функціональні групи (-ОН, -SO₃H, -NO₂) – флокулянти. Частинки забруднювальних речовин під дією флокулянтів перетворюються в рихлу масу, що осідає на дно споруди.

Коагуляцію також можна здійснювати, пропускаючи стічні води через електролізер з анодом, виготовленим з алюмінію або заліза. Метал аноду під дією постійного електричного струму переходить у стічну воду, утворюючи важкорозчинні гідроксиди алюмінію або заліза. Метод електрохімічного коагулювання широко застосовується для очищення стічних вод від мастил, жирів, нафтопродуктів, хроматів і фосфатів [19].

Сорбційне поглинання – один із найбільш ефективних методів глибокого очищення стічних вод від ароматичних сполук, неелектролітів, барвників, гідрофобних сполук.

Сорбційне поглинання принципово не відрізняється від процесу адсорбції в газовій фазі. Тому в інженерній практиці цей метод часто називають адсорбційним методом очищення стічних вод. Його застосовують для очищення стічних вод від органічних (розчинники, розріджувачі, відходи лакофарбових матеріалів та ін.) і неорганічних (формальдегід, фенол, відходи синтетичних смол, аміак та ін.) речовин, якщо їх концентрація у воді незначна, вони біологічно не розкладаються і є дуже токсичними.

Адсорбційне очищення вод буває регенеративним (витягування речовин із адсорбенту та їх утилізація) і деструктивним (витягування речовини із адсорбенту та її знищення разом з адсорбентом).

В інженерній практиці застосовують адсорбційні установки з послідовним (рис. 2.11, *а*) і протитічним (рис. 2.11, *б*) введенням адсорбенту.

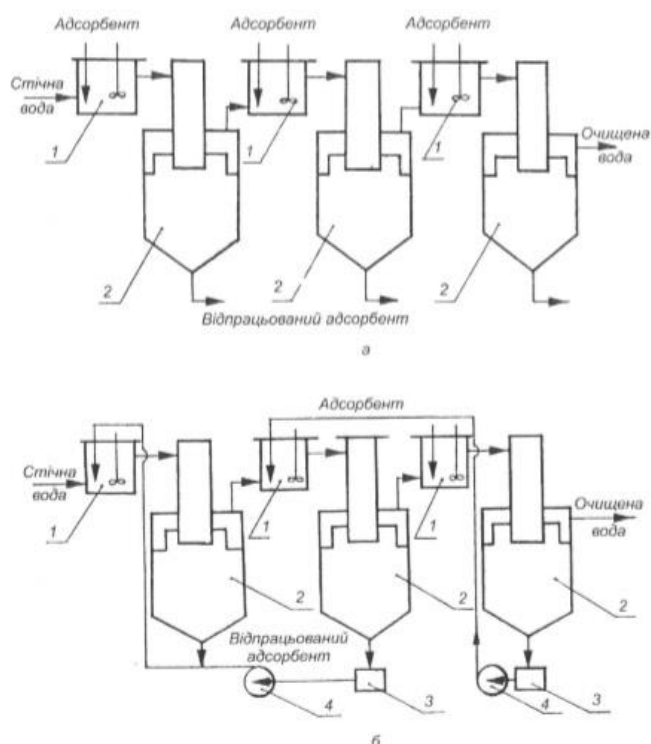


Рис. 2.11 – Схема адсорбційних установок:

а – з послідовним введенням адсорбенту:
1 – змішувачі;
2 – відстійники;

б – з протитічним введенням адсорбенту:
1 – змішувачі;
2 – відстійники;
3 – приймачі;
4 – насоси

Процес адсорбційного очищення стічних вод відбувається при інтенсивному перемішуванні адсорбенту з водою, а також фільтруванні води через шар адсорбенту. При змішуванні адсорбенту з водою використовують активоване вугілля. Процес може мати один або кілька ступенів. Економічно доцільними є багатоступеневі установки (рис. 2.11, **а**). При цьому на першому етапі вводять стільки адсорбенту, скільки необхідно для зменшення концентрації забруднювальних речовин від C_1 до C_2 , після чого адсорбент виводять з циклу через відстоювання або фільтрування, а стічну воду спрямовують на другий етап очищення, де вводиться свіжий адсорбент.

Після закінчення процесу адсорбції на другому етапі концентрація забруднювальних речовин у воді зменшується від C_1 до C_2 тощо.

Швидкість фільтрування стічних вод через шар адсорбенту залежить від концентрації розчинених речовин і коливається від 2-4 до 5-6 $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$. Вода в адсорбері рухається знизу доверху, поступово заповнюючи його. Розмір частинок адсорбенту приймають у межах 1,5-5 мм. При менших розмірах зерен активованого вугілля зростає опір фільтруванню води. Вугілля укладають на шар гравію, розміщеного на решітці. Щоб не допустити забивання адсорбента, стічна вода не повинна містити твердих завислих домішок. Ефективність адсорбційного очищення стічних вод досягає 80-95%.

Аерація забезпечує або ж десорбцію розчинених летких домішок (перехід у газову фазу), або ж окислення домішок і переведення їх у стан,

який є сприятливим для вилучення з води.

Процес *дегазації* стічних вод підпорядковано тим самим законам, що й дегазація природної води, яка використовується для питних цілей. Але в стічних водах, як у більш складних системах, ніж природні води, процес дегазації може ускладнюватися низкою факторів; найбільш важливі серед них – наявність поверхневих плівок (нафтові, масляні) і домішок, що адсорбують гази.

Іонне очищення стічних вод застосовують для вилучення із вод металів, а також сполук миш'яку, фосфору, ціаністих сполук і радіоактивних речовин. Цей метод дозволяє рекуперувати цінні речовини при високому ступені очищення. Іонний обмін поширений при знесолюванні води в процесі водопідготовки для живлення парових котлів.

Іонний обмін – це процес взаємодії розчину з твердими домішками, що володіє властивостями обмінювати свої іони на інші, наявні в розчині. Такий метод очищення стічних вод широко застосовується на енергетичних підприємствах.

Для очищення стічних вод з неприємним запахом використовують такі методи дезодорації: аерацію, хлорування, ректифікацію, екстракцію, озонування та ін. Найбільш ефективним є метод аерації.

Дезодорацію застосовують на металургійних, хімічних, деревообробних підприємствах для вилучення із стічних вод аміаку, сірководню, альдегідів і вуглеводів тощо, які надають їм неприємного запаху. На рис. 2.12 наведена схема дезодораційної установки. Вилучення речовин з неприємним запахом здійснюється в тарілчастій колонці ковпакового типу. Стічна вода розтікається, утворюючи плівки на тарілках, які контактують з продуктою перегрітою водяною парою. Потім водяна пара з виділеними забруднювальними речовинами поступає в насадкову колонку 2, що зрошується розчином лугу.

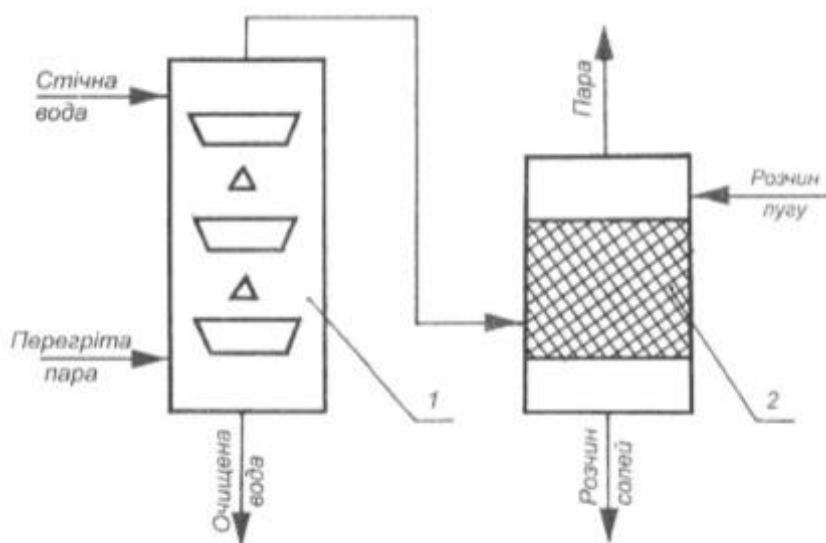


Рис. 2.12 – Схема дезодораційної установки для очищення стічних вод:

- 1 – тарілчаста колонка;
- 2 – насадкова колонка

Для очищення 1 м³ стічної води на 85-90% витрата водяної пари становить 60 кг, концентрація лугу – 40 г/дм³ води.

Екстракція – це процес вилучення зі стічних вод корисних речовин за допомогою екстрагентів з такими властивостям: високою екстрагувальною, селективною здатністю; незначною розчинністю у воді; густиною, відмінною від густини води; незначним питомим теплом випаровування; невеликою теплоємністю; вибухозахистом та нетоксичністю; невеликою вартістю.

Екстрагування речовин зі стічних вод може здійснюватися за такими методами: перехреснопотоковим, ступінчасто-протитічним і безперервно-протитічним.

Рідинна екстракція застосовується при виробництві деревостружкових, деревоволокнистих плит і клеєної фанери, для очищення стічних вод від фенолів, масел, органічних кислот, іонів металів та ін. Доцільність використання екстракції для очищення стічних вод визначається концентрацією у них органічних домішок. Екстракція може бути економічно вигідною, якщо вартість вилучених речовин компенсує всі затрати на її проведення.

Для кожної речовини існує концентраційна межа рентабельності її вилучення із стічних вод. Загалом можна вважати, що більшість речовин при концентрації вище 3-4 г/дм³ доцільніше вилучати екстракцією, ніж адсорбцією. При концентрації менше 1 г/дм³ екстракцію слід застосовувати в особливих випадках.

Очищення стічних вод екстракцією складається із трьох етапів. Перший етап – інтенсивне змішування стічної води з екстрагентом (органічним розчинником). В умовах розвинутої поверхні контакту між рідинами утворюються дві рідкі фази. Одна фаза – **екстракт** – містить вилучену речовину та екстрагент, друга – **рафінат** – стічну воду та екстрагент. Другий етап – розділення екстракту та рафінату; третій – регенерація екстрагента із екстракту і рафінату.

Щоб знизити вміст розчинених домішок до концентрацій, нижче від гранично допустимих, необхідно правильно вибрати екстрагент і швидкість його подачі у стічну воду.

На рис. 2.13 наведена схема багатоступеневої протитічної екстракційної установки. Ця установка має вигляд батареї змішувачів і відстійників. На кожному ступені застосовується змішувач води з екстрагентом і відстійник. Установка працює таким чином. Свіжий екстрагент і стічна вода поступають з протилежних сторін. На першому ступені стічна вода з незначним вмістом домішок перемішується із свіжим екстрагентом, а на останньому ступені стічна вода, що виходить, змішується з екстрагентом, який уже містить значну кількість вилученої речовини. Такий рух потоків сприяє значній рушійній силі процесу екстракції та ефективному очищенню стічних вод.

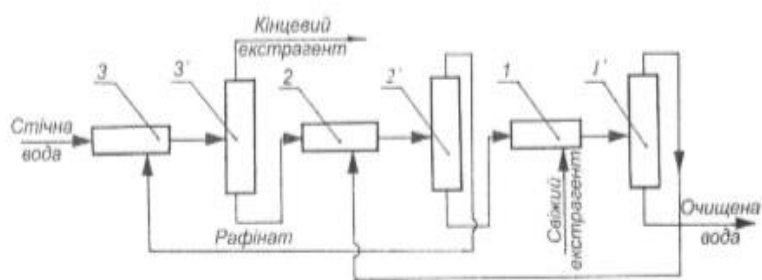


Рис. 2.13 – Схема багатоступеневої екстракційної установки:

1-3 – змішувачі;
1'-3' – відстійники

Евапорація (відгонка з водяною парою). Очищення стічних вод шляхом евапорації полягає у відгонці летких з водяною парою забруднювальних органічних речовин, наприклад, фенолів.

Евапорація відбувається або в апаратах періодичної дії, або ж в апаратах безперервної дії (скруберах). Стічна рідина протікає крізь колонку з насадкою назустріч парі, нагріваючись до 100°C. Пара, яка пройшла евапораційну колонку, надходить до скрубера, де звільняється від захоплених забруднювальних речовин.

Комплексне очищення стічних вод – один із методів фізико-хімічного очищення, характеризується економічністю, високою стійкістю та очисною здатністю. Цей метод застосовують для одночасного очищення побутових і виробничих стічних вод.

На рис. 2.14 наведена схема комбінованої установки для комплексного очищення стічних вод.

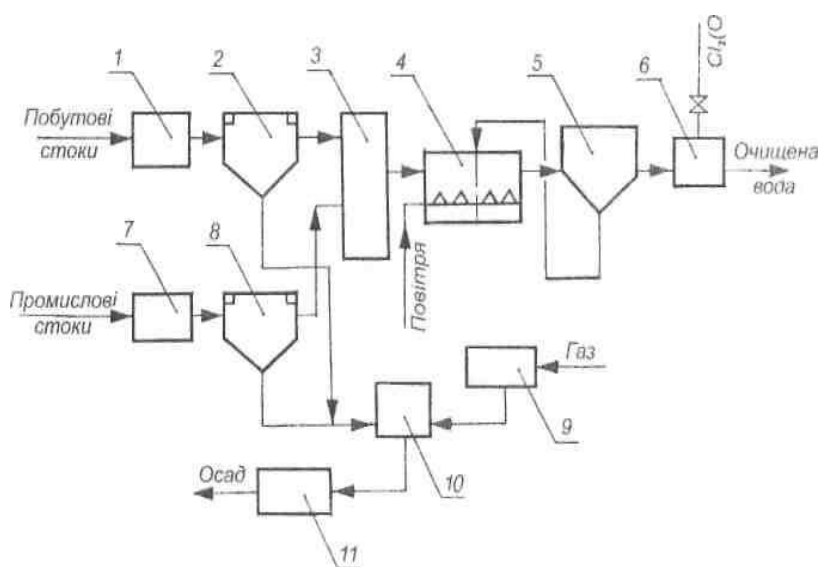


Рис. 2.14 – Схема установки для поєднаного очищення побутових стічних вод:

1, 7 – усереднювачі;
2, 8 – первинні відстійники;
3 – змішувач;
4 – аеротенк;
5 – вторинний відстійник; 6 – ємність для знешкодження;
9 – котельня;
10 – метатенк;
11 – апарат для зневоднення осаду

Опишемо принцип роботи установки. Побутові стічні води поступають в усереднювач **1**, а потім у відстійник **2**. Після освітлення вода попадає в змішувач **3**, де змішується з виробничою стічною водою з відстійника **8**. Далі суміш побутових і виробничих стічних вод потрапляє в аеротенк. Після вилучення активного мулу у вторинному відстійнику **5** стічні води знешкоджуються хлором і викидаються у водойми або скеровуються для використання в технологічному процесі. Осад із відстійників **2** і **8** надходить в метатенк **10**. Виділений в процесі знешкодження газ із метатенка подається в котельню **9** для спалювання, а осад знешкоджується і подається на переробку в добриво.

2.2.2.6 Біологічні та біохімічні методи очищення стічних вод

Процес самоочищення водних об'єктів, які забруднюються, у природних умовах відбувається повільно. Виключенням з цього є гірські річки, в яких швидкість течії є великою, що сприяє аерації води.

Дещо швидше, ніж у природних умовах, очищаються стічні води на спорудах, які відтворюють хід процесу самоочищення в ґрунтових умовах або водному середовищі – полях зрошення, полях фільтрації, біологічних ставках і особливо контактних фільтрах, крапельних біофільтрах, перколяторах, аеротенках тощо (табл. 2.2). З таблиці видно, що показники окисної здатності на спорудах так званої біологічного очищення значно вищі, ніж на спорудах природного біологічного очищення.

Таблиця 2.2 – Показники окисної здатності споруд біологічного очищення стічних вод

Види очисних споруд	Кількість кисню, г з 1 м ³ споруд за добу
Споруди природного біологічного очищення	
Поля зрошення	0,5-1,0
Поля фільтрації	2,0-36,0
Біологічні ставки	12,5
Споруди штучного біологічного очищення	
Контактні фільтри	72
Перколяторні фільтри	100
Аеротенки	1000
Аерофільтри	1000
Аерокоагулятори	4500

Інтенсифікація процесів біологічного очищення призводить не тільки до збільшення їх окисної здатності, але й до значного зменшення площі, яку займають ці споруди. Так, за об'ємів стічних вод 5000 м³/д площа, яку займають поля зрошення, становить 150-200 га, поля фільтрації – 30-50 га, біологічні фільтри – 2-3 га, аеротенки – 1 га. Незначна площа останніх двох споруд може бути ще зменшена за збільшення подачі кисню і створення певних умов для працюючих специфічних біоценозів.

Біологічні методи очищення стічних вод полягають у розкладанні і мінералізації аеробним або анаеробним шляхом колоїдних і розчинених органічних речовин міських стічних вод, які не можна вилучити механічним шляхом. Найкращою умовою біологічного очищення стічних вод було б повне відокремлення мінеральних сполук від органічних. На жаль, це технічно не можливо. Тому на практиці обмежуються відокремленням великих за розмірами домішок стічних вод на ґратах, великодисперсних домішок неорганічного походження – у піскоуловлювачах і основної кількості завислих речовин – у відстійниках. Після цього стічна рідина надходить на споруди біологічного очищення. Тверда фаза органічних речовин розкладається анаеробним шляхом, а рідина – аеробним.

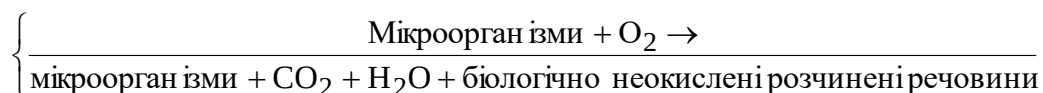
Біологічне очищення – один із методів очищення стічних вод від багатьох органічних і деяких неорганічних домішок на підприємствах целюлозно-паперової, деревообробної, харчової та інших галузей промисловості. За характером цей метод аналогічний природним процесам, наприклад, біологічному очищенню організмів (біоценозу), до складу яких входить багато різних бактерій (простих і високоорганізованих), пов'язаних між собою в єдиний комплекс складними взаємовідносинами (метабіозу, симбіозу та антагонізму). Основну роль у цьому комплексі відіграють бактерії, число яких знаходиться в межах від 10⁶ до 10¹⁴ клітинок в одному грамі сухої біомаси. Число родів бактерій може досягати 5-10, а число видів – кілька десятків і навіть сотень.

Така різноманітність видів бактерій зумовлена наявністю в стічній воді органічних речовин різних класів. Якщо у складі стічних вод є лише одна або декілька близьких за складом органічних сполук, то можливий розвиток монокультури бактерій. Скорочення видів бактерій можливе, якщо очищення проводять при відсутності розчиненого у воді кисню (в анаеробних умовах) або при надто великому співвідношенні кількості поданих на очищення забруднень і біомас мікроорганізмів.

У процесі очищення стічних вод беруть участь дві групи бактерій: гетеротрофи та автотрофи. Ці групи бактерій відрізняються за способом використання джерела вуглецевого живлення. Гетеротрофи використовують вуглець з готових органічних речовин, що переробляються ними для отримання енергії, необхідної для біосинтезу

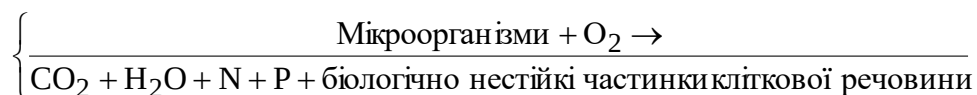
клітин. Автотрофи для синтезу клітин застосовують неорганічний вуглець, а енергію утримують у результаті фотосинтезу або хемосинтезу (окислення деяких органічних сполук: аміаку, нітритів, солей двовалентного заліза, сірководню та ін.). Під дією мікроорганізмів можуть протікати окислювальний (аеробний) або відновлювальний (анаеробний) процеси.

Механізм біологічного окислення в аеробних умовах гетеротрофними бактеріями можна подати у вигляді такої схеми:



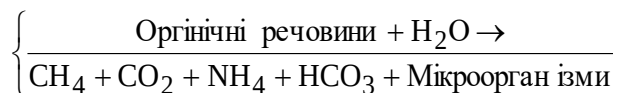
Ця реакція описує процес окислення органічних речовин у стічних водах та утворення нової біомаси. При цьому в очищених стічних водах залишаються біологічно неокислені речовини переважно в розчиненому стані, оскільки колоїдні та нерозчинені речовини виводяться із стічної води методом сорбції.

Після використання джерела живлення (повного окислення органічних речовин) починається процес окислення кліткової речовини за реакцією:



Аеробний процес може відбуватись нормально, якщо концентрація органічної речовини в очищеній воді, виражена у біологічній потребі в кисні, не перевищуватиме певне значення. У зв'язку з цим під час біологічного очищення концентровані стічні води розводять слабкоконцентрованими побутовими стічними водами, а в окремих випадках чистою водою.

Відновлюваний процес біологічного очищення стічної води відбувається за такою схемою:



Анаеробний процес часто застосовують для очищення дуже концентрованих стічних вод, що викидаються малярними, лакувальними, машинобудівними, деревообробними та іншими промисловими підприємствами.

Ефективність процесів біологічного очищення залежить від температури, рН середовища, наявності біогенних елементів, рівня живлення мікроорганізмів, кисневого режиму, вмісту токсичних речовин.

Найбільша ефективність біологічного очищення вод виникає при:

- температури в очисних спорудах 20-30°C;
- рН середовища 5-9 (оптимальна 6,5-7,5);
- достатній концентрації основних елементів живлення бактерій – органічного вуглецю (БСК), азоту і фосфору з розрахунку

$$\text{БСК} : \text{N} : \text{P} = 100 : 5 : 1;$$
- кількості забруднення, що припадає на 1 м³ очисної споруди, на 1 г біомаси або на 1 г беззольної частини біомаси (100-300 мг БСК_{пов} на 1 г беззольної речовини);
- постійній концентрації розчиненого кисню не нижче 2 мг/дм³;
- допустимій дозі токсичних речовин, яка могла б негативно вплинути на біологічні процеси.

До системи біологічного очищення стічних вод у природних умовах належать поля зрошення, поля фільтрації і біологічні ставки, до штучних – споруди для анаеробного розкладання – септики, двохярусні відстійники, метантенки і споруди для аеробного розкладання – біологічні фільтри, аеротенки. При очищенні стічних вод використовується спочатку механічне очищення, а потім біологічне.

Поля зрошення – спеціально підготовані ділянки, призначені для очищення стічних. Водночас з очищенням вод вони використовуються для вирощування кормових сільськогосподарських культур або трав.

Поля фільтрації – спеціально підготовані ділянки, призначені лише для біологічного очищення.

Очищення стічних вод на полях зрошення і полях фільтрації відбувається в процесі фільтрації води крізь шар ґрунту. Внаслідок адсорбції вода залишає в ньому завислі та колоїдні речовини, які разом із бактеріями обволокують частинки ґрунту і утворюють біологічну плівку. Ця плівка адсорбує на своїй поверхні колоїдні та розчинені речовини стічних вод, і повітря, використовуючи проникаючий у пори кисень, окислює органічні забруднювальні речовини, які перетворюються на мінеральні сполуки (нітрити і нітрати). Через те, що атмосферне повітря інтенсивно проникає в пори ґрунту на глибину 0,2-0,4 м, саме в цьому шарі відбуваються окислювальні процеси. Глибше процес окислення протікає повільніше. Практично активний шар ґрунту, в якому відбуваються процеси очищення стічних вод, досягає 1,5 м.

Найбільші поля зрошення – площею 24 тис. га – розташовуються під Києвом (Бортницькі), вони з'явилися в 1894 р. Для зрошення сільськогосподарських угідь очищені стічні води Києва подаються напірними трубопроводами до дощувальних машин. Подібні поля існують й в Одесі, вони були побудовані в 1887 р.

Біологічні ставки – це неглибокі земляні резервуари (глибиною 0,5-1,5 м), в яких відбуваються ті самі процеси, що і при самоочищенні водотоків і водойм. Цей метод розташування ставків кількома секціями (від двох до п'яти ставків у кожній); вода надходить у них послідовно в

міру її очищення. Біологічні ставки працюють при температурі не нижче 6°C.

Найбільше поширеними є три групи очисних споруд для біологічного очищення, які відрізняються за видом розміщення в них активної біомаси:

- біомаса закріплена нерухомо, а стічна вода рухається;
- біомаса знаходиться у стічній воді у вільному стані;
- перший і другий варіанти поєднані.

До першої групи водоочисних споруд належать біофільтри, до другої – аеротенки, циркуляційні канали, окситенки; до третьої – занурені біофільтри, аеротенки із наповнювачами.

Біофільтр – це споруда, в корпусі якої розміщується кускова насадка (завантаження) і розподільчий пристрій для стічної води та повітря. В біофільтрах стічна вода фільтрується через шар кускової насадки, покритої плівкою із мікроорганізмів. Мікроорганізми біоплівки окислюють органічні речовини, що використовують при цьому як джерела живлення та енергії. Внаслідок цього зі стічної води виводяться органічні речовини, а маса активної плівки збільшується. Відпрацьована біоплівка змивається протічною стічною водою та виноситься з біофільтра.

Як кускові насадки (завантаження) у біофільтрі використовують: щебінь, гравій, шлак, керамзит, керамічні, пластмасові кільця, куби, кульки, циліндри, тканинні та пластмасові сітки, згорнені в рулон.

Аеротенками називають залізобетонні аеровані резервуари. Процес очищення в аеротенку відбувається при протіканні через нього аерованої суміші стічної води та активного намулу.

За конструкцією аеротенки поділяються на: витискувачі, змішувачі з розосередженим впуском води, з нерівномірно розподіленою подачею води, з регенератором, установки коміркового типу.

В аеротенку-витискувачі у передню частину споруди подаються вода й намул, а суміш виводиться в кінці. В аеротенках-змішувачах стічна вода та намул подаються і відводяться рівномірно вздовж споруди. В аеротенку з розосередженою подачею води і намулу навантаження досягає максимуму в кінці очисної споруди. В аеротенку коміркового типу суміш з першого відсіку перетікає в другий, із другого – в третій тощо. У кожному відсіку здійснюється повне змішування намулу із забрудненою стічною водою. В аеротенках з регенераторами досягається триваліший контакт намулу із забруднювальними речовинами.

На рис. 2.15 наведена схема установки для біологічного очищення стічних вод, в якій використовуються аеротенки. Установка працює таким чином, що стічну воду подають у первинний відстійник води, де виводяться збурені частинки забруднювальної речовини.

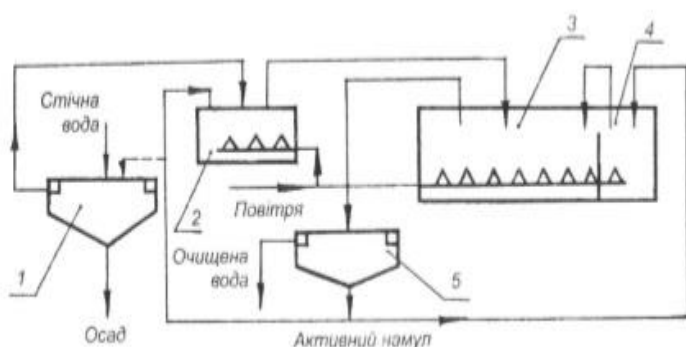


Рис. 2.15 – Схема установки для біологічного очищення стічних вод із використанням аеротенків:

- 1 – первинний відстійник;
 2 – передаератор;
 3 – аеротенк;
 4 – регенератор;
 5 – відстійник

Для покращення осаду сюди подається частина надлишкового намулу. Після освітлення вода поступає в передаератор 2. Сюди ж скеровують частину надлишкового намулу із вторинного відстійника, де стічні води попередньо аеруються повітрям протягом 15-20 хв. При необхідності у передаератор можуть вводити нейтралізуючі добавки та живильні речовини.

Із передаератора стічна вода подається в аеротенк, через який циркулює й активний намул. Біохімічні процеси в аеротенку протікають у два етапи:

- адсорбція поверхнею активного намулу органічних речовин і мінералізація легкоокислювальних речовин при інтенсивному споживанні кисню;
- доокислення повільноокислювальних органічних речовин і регенерація активного намулу. На цьому етапі кисень споживається досить повільно.

Аеротенк, як правило, поділяється на дві частини: регенератор (25% від загального об'єму) й аеротенк, в якому відбувається основний процес очищення. Наявність регенератора дає можливість очищати більш концентровані стічні води і збільшити продуктивність агрегата.

Перед потраплянням в аеротенк стічна вода повинна містити не більше 150 мг/дм^3 збурених частинок і не більше 25 мг/дм^3 нафтопродуктів. Температура очищуваних стічних вод не повинна бути нижчою, ніж 6°C , а рН – у межах 6,5-9. Потім стічна вода з намулом поступає у вторинний відстійник, де намул відокремлюється від води. Більша частина намулу повертається в аеротенк, а його надлишок спрямовують у передаератор.

2.2.2.7 Утилізація осадів біохімічного очищення стічних вод

Осади утворюються у процесі очищення стічних вод унаслідок випадання нерозчинених речовин у первинних відстійниках і утворення надлишкового активного мулу у вторинних відстійниках. Вони являють собою важкофільтровані суспензії колоїдного типу вологістю 98-99%. Тверда фаза осадів містить органічні речовини, а надлишковий активний мул складається з величезного числа мікробіальних кліток, укладених у слиз і заражених небезпечними патогенними мікробами. Здатність органічних речовин до загнивання з виділенням неприємних запахів, небезпека поширення інфекцій епідемічних захворювань через високе забруднення патогенними організмами обумовлює необхідність одержання санітарно безпечного продукту. Високий питомий опір осаду робить його обробку дорогим і трудомістким процесом (40% витрат на очищення).

Основні *завдання обробки осадів* визначаються їх фізико-хімічними властивостями і полягають у *скороченні обсягу, стабілізації і стерилізації*. *Стадії обробки* включають: ущільнення і кондиціонування, стабілізацію, підготовку до зневоднювання і саме зневоднювання, знезаражування (дегельмінтизацію), сушіння або спалювання, піроліз, ліквідацію або утилізацію. Утилізація та регенерація повинні бути кінцевою метою будь-якої технологічної схеми обробки осадів.

Спеціальні *споруди для обробки осадів*: септики, двохярусні відстійники, освітлювачі-перегноювачі, метантенки. Осад підсушують на мулових майданчиках або зневоднюють механічними способами на вакуум-фільтрах, центрифугах, фільтрпресах, застосовують термічне сушіння. Після зневоднення вологість осаду знижується до 40-50 %.

Сьогодні поряд зі *зброджуванням* осаду в метантенках все більше поширення знаходить *аеробна стабілізація* осадів. Заброджені й зневоднені осади

застосовують переважно в якості органо-мінерального *добрива* в сільському господарстві. Є досвід використання таких осадів як білково-вітамінних добавок до раціону харчування сільськогосподарських тварин.

Для обробки малих кількостей осадів проводять їхнє *компостування* в суміші з твердими побутовими відходами, торфом, обпилюваннями та ін. з метою утилізації цінних речовин.

Традиційна *схема обробки* включає зброджування осаду в метантенках з наступним зневоднюванням у природних умовах на мулових майданчиках. Це найбільш простий і надійний спосіб, що не вимагає великих витрат. Однак через велику тривалість процесу зневоднювання, необхідність відводу великих площ земель під мулові майданчики, дефіцит території, високу вартість землі, залежність обробки від кліматичних умов, небезпеку забруднення природних вод, поширення неприємних запахів на

великих територіях, високу вологість кінцевого продукту (більше 80%) цей спосіб не є перспективним.

Одержали розвиток способи *механічного зневоднювання*, які дозволяють у 2-3 тисячі разів скоротити потреби в земельних ділянках, зменшити виробничий цикл до декількох хвилин за рахунок механізації і автоматизації процесів, незалежно від кліматичних умов, одержати безпечний і транспортабельний продукт вологістю 75-85%, який підлягає утилізації в якості добрива, палива і т.п. Будівництво дорогих та вибухонебезпечних метантенків великої продуктивності економічно доцільно лише у разі утилізації біогазу, одержуваного в процесі зброджування осадів. Біогаз слугує джерелом вироблення електричної і теплової енергії, а осадки використовуються для виробництва органічних добрив. Економічна доцільність утилізації біогазу обумовлена високим вмістом метану при продуктивності устаткування не менше 30-50 м³ на тонну сирих осадів. При неможливості використання осаду як органічного добрива застосовують спільне спалювання осаду в циклонах з твердими побутовими відходами, міським сміттям, відходами, що містять нафту, виробництво вторинного палива, органічних добрив, рекультивацію земель та ін.

2.2.3 Врахування екологічних аспектів при проектуванні та експлуатації водоохоронних заходів

2.2.3.1 Розробка документації на стадії наукової еколого-експертної оцінки ситуації (вплив об'єкту експертизи на водне середовище)

При проектуванні очисних споруд одним з перших постає питання визначення площі, необхідної для будівництва очисної станції. Площа, яка відводиться під споруди очисної станції, складається з корисної та резервної. **Корисною** називається площа, яку займають власне очисні споруди, а також допоміжні споруди (насосні та компресорні станції, майстерні, адміністративні споруди). **Резервна** площа – це частина земельної ділянки, яка призначена під будівництво додаткових споруд у разі збільшення продуктивності очисної станції. Резервна площа становить у середньому 20-30% корисної.

Необхідна площа під будівництво очисних споруд розраховується за формулою

$$S_{\text{заг}} = \Sigma(S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5), \quad (2.32)$$

де $S_{\text{заг}}$ – загальна площа, яка відводиться під очисні споруди, м^2 ;

S_1 – необхідна площа під споруди механічного очищення;

S_2 – необхідна площа під споруди біологічного очищення;

S_3 – необхідна площа під споруди хімічного очищення;

S_4 – необхідна площа під споруди доочищення і знезараження;

S_5 – резервна площа, яка відводиться під санітарно-захисні зони (СЗЗ).

Санітарно-захисні зони очисних станцій оцінюються з погляду достатності розривів (відстані) між ними і житловою забудовою, а також між ними і водозабірними спорудами підземних вод. У табл. 2.3 наведено санітарно-захисні розриви для очисних споруд продуктивністю понад $200 \text{ м}^3/\text{д}$.

Таблиця 2.3 – Санітарно-захисні розриви для очисних споруд продуктивністю понад $200 \text{ м}^3/\text{д}$

Очисні споруди	Відстань за продуктивності очисних споруд $n \cdot 10 \text{ м}^3/\text{д}$, м		
	$n = 0,2-5$	$n = 5-10$	$n = 50-280$
Для механічного та біологічного очищення: з муловим майданчиком для зброджених осадів	200	400	500
з механічною і термомеханічною обробкою осадів у відкритих приміщеннях	150	300	400
Майданчики для обробки осадів	200	400	500
Поля фільтрації	300	500	1000
Поля зрошення	200	400	1000
Аеротенки	100	150	200
Біофільтри	250	200	-
Біологічні ставки	200	300	300

Величина СЗЗ очисної станції встановлюється відносно тієї споруди, для якої необхідний найбільший розрив. За наявності поблизу очисних станцій місцевих споруд для забору ґрунтових вод мінімальні санітарні розриви встановлюються в кожному конкретному випадку.

Майданчик для будівництва очисних споруд, як правило, повинен розміщуватися з підвітряного боку переважаючих вітрів теплого періоду року і нижче населеного пункту за течією річки. Скидання стічних вод у межах населеного пункту забороняється.

Визначити умови випуску стічних вод означає розрахувати допустимий ступінь їх забруднення, за якого вони можуть бути спущені у

водойму. При цьому обов'язково має зберігатися якість води у створі, який розташований на 1 км вище найближчого пункту водокористування, у межах вимог, встановлених «Санітарними правилами і нормами охорони поверхневих вод від забруднення» (СанПіН 4630-88).

Методика санітарної експертизи умов випуску стічних вод у водойми базується на основних положеннях СанПіН, які обмежують випуск стічних вод у водні об'єкти. З цією метою рекомендується максимально використовувати стічні води у оборотній системі водопостачання (для вилучення цінних відходів), влаштовувати їх повністю або частково за рахунок раціоналізації технології виробництва і застосування безстічних виробництв, а також використовувати їх для зрошення у сільському господарстві.

Забороняється випускати стічні води, які містять: а) виробничу сировину, реагенти, напівпродукт і кінцеві продукти виробництва у кількостях, що перевищують встановлені нормативи технологічних втрат; б) речовини, для яких не встановлено ГДК; в) радіоактивні речовини; г) технологічні відходи. Якщо неможливо відмовитися від випуску стічних вод у водойму, необхідно шляхом розрахунку у кожному конкретному випадку визначити умови випуску, які б гарантували охорону водного об'єкта від забруднення.

Розроблено санітарно-гігієнічну класифікацію водних об'єктів за ступенем забруднення, в основу якої покладено провідний принцип нормативних документів водно-санітарного законодавства – забезпечення оптимальних умов господарсько-питного і культурно-побутового водокористування. Головна мета гігієнічної класифікації – це попередження несприятливого впливу на населення хімічних і мікробних факторів води. Тому до неї включено оціночні показники, які належать до чотирьох критеріїв шкідливості водних об'єктів: органолептичного, токсикологічного, загальносанітарного і бактеріологічного. Такими показниками є запах і присмак води, ступінь перевищення ГДК речовин, які нормовані за органолептичною і токсикологічною ознаками шкідливості, розчинений кисень, БСК₂₀, кількість кишкових паличок влі води.

Чотири градації оціночних показників відповідають допустимому, помірному, високому і надзвичайно високому ступеню забруднення водойм першої (господарсько-питної) та другої (культурно-побутової) категорії водокористування. У результаті санітарний стан водойми характеризується узагальненим індексом забруднення, який встановлюється за оціночним показником, що змінений у найбільшій мірі (лімітуючий показник).

Забруднення водойми стічними водами – це зміна якості води вище пункту водокористування на 1 км, яке не відповідає вимогам СанПіН №4630-88 до якості води водойми. Оскільки ступінь обмеження

водокористування визначається якістю води у водоймі, то у СанПіН нормуються показники не складу стічних вод, які скидаються, а якості води водних об'єктів у створі, який розташований на 1 км вище пункту водокористування, а для непроточних водойм – на 1 км в обидва боки від пункту водокористування.

Вимоги СанПіН №4630-88 поширюються на:

а) існуючі скиди всіх видів виробничих і господарсько-побутових стічних вод населених пунктів, окремих житлових будинків і громадських споруд, комунальних, лікувально-профілактичних, транспортних, сільськогосподарських об'єктів, промислових підприємств, в тому числі шахтних вод, скидних вод від водяного охолодження, нафтовидобування, скидання вод із сільгоспугідь та ін.;

б) усі заплановані скиди стічних вод підприємств, що будуються, реконструюються, або ж на яких змінюється технологія виробництва; всі заплановані скиди стічних вод каналізації населених пунктів і окремих об'єктів;

в) скиди зливової каналізації.

Санітарна експертиза проектів очищення стічних вод. Для цього передбачено проведення такі видів робіт.

1. **Ознайомлення з офіційними нормативними документами.** На їх основі та відповідно до них здійснюється експертиза проектів санітарної охорони водних об'єктів.

2. **Перевірка повноти наданих матеріалів.** Згідно з СНиП 1.02.01-85 проекти будівництва, відновлення й реконструкції споруд очищення стічних вод, які подаються для узгодження – повинні містити загальну пояснювальну записку, графічний матеріал, додатки і документи про затвердження схем планування території. Обов'язковою складовою частиною проекту повинен бути розділ «Заходи з охорони навколишнього середовища».

3. **Ознайомлення з паспортними даними проекту** (назва, стадія проектування, організація-розробник, рік розробки).

4. **Експертиза матеріалів проекту.** На основі аналізу матеріалів пояснювальної записки, в яких наведено обґрунтування необхідності будівництва, охарактеризовано місцеві умови і стандартна ситуація в населеному пункті та водному об'єкті, в який скидаються стічні води, заходи з охорони навколишнього середовища, представники санітарної служби оцінюють запропоновані проектантами схеми й системи каналізації.

5. **Оцінка принципових схем очищення стічних вод** є найбільш важливим етапом експертизи, оскільки від цього буде залежати ефективність роботи, надійність експлуатації очисних споруд і охорона навколишнього середовища. Основним критерієм є об'єм стічних вод (табл. 3.3). За ним виділяють три групи очисних споруд. Перша – споруди,

використання яких доцільне за продуктивності очисних станцій понад 10000 м³/д. Використовується у селищах міського типу і містах, друга – від 25 до 10000 м³/д (малі очисні споруди), третя – до 25 м³/д (місцеві очисні споруди).

Таблиця 2.4 – Показання до вибору очисних споруд за різної продуктивності переробки стічних вод, м³/д

Понад 10000	25-10000 (малі)	До 25 (місцеві)
Споруди механічного очищення		
Піскоуловлювачі	Піскоуловлювачі	Септики
Горизонтальні, вертикальні й радіальні відстійники		
Споруди біологічного очищення		
Поля фільтрації	Малі поля фільтрації	Поля підземної фільтрації
Поля зрошення	Малі поля зрошенні	Поля підґрунтового зрошення
Різні типи аеротенків	Біологічні ставки	Фільтруючі колодязі
Різні типи біологічних фільтрів	Різні типи біологічних фільтрів	Піщано-гравійні фільтри
		Фільтруючі траншеї
	Циркуляційно- окислювальні канали	Біофільтри малої продуктивності
	Аероокислювачі радіальні	БІО-25
	Аероакселатори	КУ-12; 25
	Компактні установки	УКО-25

Кожна споруда розраховується на певне гідравлічне навантаження або концентрацію речовин у стічних водах, що знаходяться, за яких досягається максимальний ефект очищення (СНП 2.04.03-85). Показником ступеня очищення може слугувати концентрація речовин у стічних водах, які виходять з очисних споруд.

Необхідно уважно підходити до вирішення питання про можливість використання ґрунтових методів очищення. За наявності земельних ділянок і сприятливих кліматичних умов цьому методу слід надавати перевагу, тому що він дозволяє вирішувати низку важливих господарських задач: 1) зменшити забір природних вод на зрошення сільгоспугідь; 2) раціональніше використовувати водні ресурси у народному господарстві; 3) виключати безпосереднє скидання очищених і неочищених стічних вод у водний об'єкт; 4) сприяти отриманню високих урожаїв сільгоспкультур; 5) підвищувати родючість ґрунту; 6) поліпшувати кормову і поживну цінність вирощуваної продукції за рахунок збільшення вмісту вуглеводів, протеїну, азоту, фосфору, калію.

Слід відзначити, що використання стічних вод для зрошення дає досить великий додатковий прибуток, за рахунок якого за короткий час окупаються всі витрати, у той час як будівництво споруд штучного біологічного очищення вимагає значних безповоротних капітальних вкладень і експлуатаційних витрат.

На очисних спорудах повинні надійно знезаражуватися й утилізуватися осади стічних вод з відстійників. Показання до вибору методів і схем обробки осадів наведено у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Показання до вибору методів і схем обробки осадів стічних вод за різної продуктивності очисної станції, м³/д

100000	10000-100000	25-10000	До 25
Метод анаеробної стабілізації: мулоущільнювач метантенк, мулові майданчики, сільськогосподарські поля	Термомеханічний метод: мулоущільнювач, вакуумфільтр, термічна сушка, сільськогосподарські поля; мулоущільнювач фільтр-прес, термічна сушка, сільськогосподарські поля Термічний метод: мулоущільнювач вакуум-сушка, спалювання	Метод анаеробної стабілізації: двохярусний відстійник, мулові майданчики, сільськогосподарські поля Метод аеробної стабілізації: аеротенк, аераційна секція, термічна обробка, сільськогосподарські поля: аеротенк, аераційна секція, компостування, сільськогосподарські поля	Метод анаеробної стабілізації: септик, підземні мулові майданчики; септик, компостування

Надійне знезараження осадів досягається при застосуванні не одного, а декількох методів. Так, анаеробна стабілізація забезпечує стійкий ефект дегельмінтизації, якщо зброджування відбувається у термофільних умовах. Після аеробної стабілізації осад необхідно прогріти до 60°C або застосувати метод компостування.

Якщо відведення стічних вод підприємства з території населеного пункту буде здійснюватися за допомогою насосних станцій перекачування, необхідно з'ясувати: 1) їх розміщення на плані населеного пункту з урахуванням рози вітрів; 2) наявність і розмір санітарного розриву; 3) улаштування й використання СЗЗ; 4) розмір і благоустрій ділянки;

5) об'єм резервуара для накопичення стічних вод, його відповідність погодинним витратам стічних вод, а також відповідність продуктивності насосів надходженню стічних вод (за графіками припливу і відкачування стічних вод); 6) наявність резервних насосів (на два робочих насоси необхідно мати один резервний); 7) метод знезараження або ліквідації відходів, затриманих на ґратах (подрібнення й подальше надходження в стічні води, вивезення на звалища, компостування на місці); 8) санітарно-технічне обладнання приміщень (інтенсивність вентиляції, наявність допоміжних приміщень тощо); 9) наявність аварійних випусків; 10) наявність аварійного енергоживлення насосів.

Санітарна експертиза проектів основних очисних споруд очисної станції. Початковим елементом технологічної схеми очищення стічних вод є ґрати. У складі очисних споруд передбачаються ґрати з поздовжніми отворами не більше 16 мм або ґрати-дробильні. За такої величини отворів кількість відходів, які будуть затримуватися на ґратах, становитиме на рік 8 дм^3 на 1 людину. Якщо добова кількість затримуваних відходів не перевищує $0,1 \text{ м}^3$, то допускається ручне очищення і вивіз відходів у герметичних контейнерах у місця знезараження твердих побутових і промислових відходів. В інших випадках повинна передбачатися механізоване очищення і подрібнення відходів.

Піскоуловлювачі влаштовуються за продуктивності очисних споруд понад $100 \text{ м}^3/\text{д}$. Піскоуловлювачів повинно бути не менше двох. Тип піскоуловлювача залежить від продуктивності станції. За продуктивності до $5000 \text{ м}^3/\text{д}$ доцільно застосовувати тангенціальні піскоуловлювачі, понад 10000 – горизонтальні, понад $20000 \text{ м}^3/\text{д}$ – аеровані. Розрахунок їхніх основних параметрів виконується на основі гідравлічної крупності піску.

Тип відстійників зумовлюється продуктивністю очисної станції. За продуктивності до $25 \text{ м}^3/\text{д}$ для механічного очищення стічних вод, які потім надходять на поля підземної фільтрації, у піщано-гравійні фільтри, фільтруючі траншеї та фільтруючі колодязі, необхідно застосовувати септики: до $10000 \text{ м}^3/\text{д}$ – двохярусні і $20000 \text{ м}^3/\text{д}$ – вертикальні, понад $20000 \text{ м}^3/\text{д}$ – радіальні відстійники. Повний розрахунковий об'єм септика береться: за витрати стічних вод до $5 \text{ м}^3/\text{д}$ – не менше трикратного добового припливу, за витрати понад $5 \text{ м}^3/\text{д}$ – не менше 2,5-кратного. Розрахунок продуктивності відстійників, окрім вторинних, виконується за кінетикою випадання завислих речовин, яке залежить від гідравлічної крупності частинок (СНиП 2.04.03-85).

У відстійниках необхідно також перевірити пристрої, які регулюють рівномірність розподілу стічних вод по всьому дзеркалу споруди (розподільчі лотки), збирання і усунення плаваючих домішок (жирозбиральні лотки, жирові колодязі), захист від них проясненої води, надходження осаду до приймального бункера станції перекачування.

Виконуючи експертизу споруд біологічного очищення з активним

мулом, необхідно перевірити основні технологічні параметри, які характеризують процес біохімічного очищення стічних вод і зумовлюють ефективність роботи споруд: навантаження органічних забруднювальних речовин, швидкість окислення, окисна потужність, відносний і питомий приріст мулу, муловий індекс, необхідний час аерації, місткість аераційної секції.

Прийом до експлуатації збудованих очисних споруд. Необхідно відзначити, що санітарний нагляд має виконуватися під час будівництва очисних споруд. Обстеження очисних станцій в процесі будівництва рекомендується робити не менше двох разів: перший раз – коли ведуться приховані та недоступні для огляду в остаточному вигляді роботи (закладання фундаменту, траншей та каналів, підготовка ложа біологічних ставків та ін.), другий – коли встановлюються санітарно-технічні прилади і монтується очисне обладнання. Основна задача нагляду – перевірка дотримання будівельниками умов проекту.

Згідно з відповідними нормативними документами, прийом до експлуатації очисних споруд здійснюється у дві стадії: перша – попередня (технічна) і друга – державний прийом. До складу технічної комісії входять представники замовника, генпідрядника і субпідрядника, відділу комунального господарства міста. Завдання технічної комісії полягає в тому, щоб перевірити якість будівельних робіт, їх відповідність проекту і підготувати матеріали для державного прийому об'єкта.

Після огляду споруд технічна комісія складає акт попереднього прийому, в якому має бути відзначено всі виявлені санітарні дефекти і надано рекомендації щодо їх усунення.

За позитивних заключень технічної комісії про можливість пред'явлення закінченого будівництвом (реконструкцією) об'єкта до державного прийому, позитивних заключень експертних організацій про відповідність виконаних робіт проектній документації видається заключення головного санітарного лікаря про можливість пуску об'єкта в експлуатацію.

Відбувається пробна експлуатація очисної станції. Задачі пробної експлуатації – перевірка і регулювання роботи окремих споруд і всієї станції в цілому. Пусковий період складається з двох етапів: пуск споруд на чистій воді та пуск споруд на стічних водах. Він повинен охоплювати теплу і холодну пори року, тому триває не менше шести місяців.

Результати пробної експлуатації подаються в державну приймальну комісію. Ця комісія призначається місцевими державними органами, міністерством або відомством, у віданні якого перебуває об'єкт. До її складу входять представники державного архітектурного будівельного контролю, санітарної служби, пожежної охорони, міського господарства та ін. Державна комісія встановлює завершеність усіх видів робіт на об'єкті, якість їх виконання й ефективність роботи очисних споруд. Робота комісії

оформляється актом, який закінчується висновками про можливість прийому об'єкта до експлуатації та загальною оцінкою якості будівництва.

2.2.3.2 Методи підвищення ефективності роботи водоохоронних заходів

Залежно від призначення води у виробництві її поділяють на кілька категорій. Вода, яку використовують для охолодження в теплообмінних апаратах, нагрівається, але не забруднюється сторонніми домішками. Воду, яку використовують як транспортувальний засіб, наприклад при збагаченні руд, не нагрівається, але забруднюється механічними й розчиненими домішками. Іноді у виробництві використовують підігріту воду, наприклад для миття харчової сировини, тари тощо. Дуже часто у виробництвах використовують воду як розчинник і реагент. Воду, яку застосовують для охолодження та транспортування, можна використовувати у водооборотних циклах (рис.2.16):

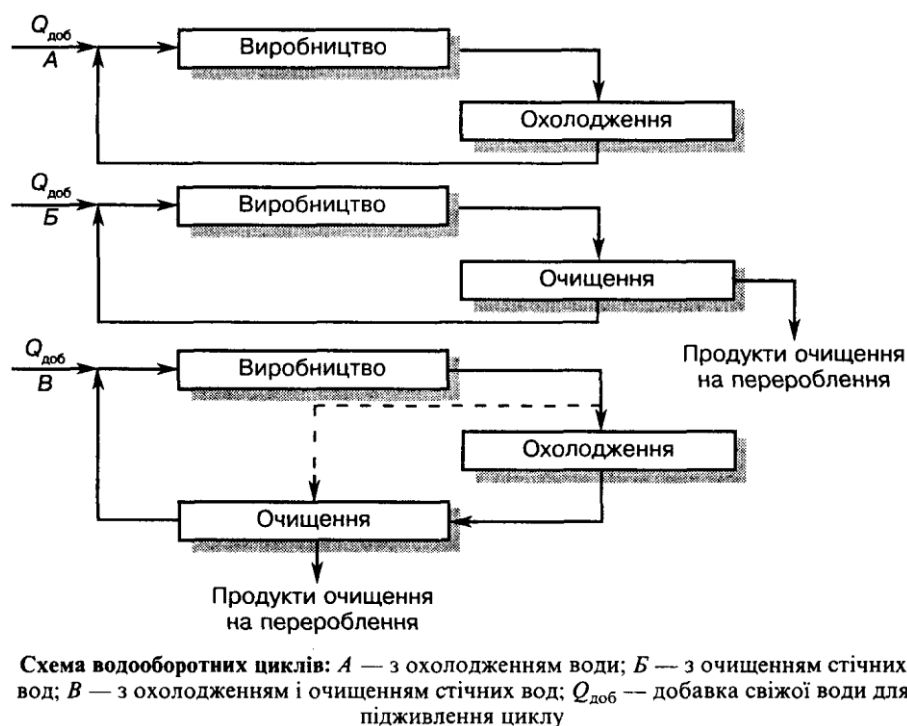


Рис. 2.16 – Схема водооборотних циклів

Для цього охолодні води треба охолодити, води для транспортування – очистити, а підігріті води для миття сировини, тари тощо – охолодити й очистити. Потім до охолоджених та очищених вод додають додаткову кількість свіжої води $Q_{доб}$ (підживлення системи) для компенсації втрат і їх знову повертають у виробництво.

Для запобігання забрудненню навколишнього природного середовища продукти очищення вод потрібно переробляти на цьому самому або суміжному підприємстві з метою добування з них корисних продуктів чи напівпродуктів. Якщо після очищення утворюються токсичні відходи, які неможливо переробити, їх захоронюють. Оборотноє водопостачання в 20-50 разів зменшує споживання чистої природної води та забруднення водойм, тобто зменшує надходження розсіюваних відходів у природне середовище.

При нинішньому положенні справ з постійним збільшенням забруднень гідросфери очевидним стають два напрямки в боротьбі за охорону водних ресурсів. По-перше, це посилення економічної відповідальності водоспоживачів за неякісне очищення стічних вод, по-друге, розробка та впровадження нових технологій, докорінно змінюють підхід до проблем охорони навколишнього середовища.

Потужним каталізатором виконання зазначених тенденцій, мабуть, має стати розвиток нових законодавчих актів з використання і охорони водних ресурсів від забруднень промисловими і побутовими стоками, в яких будуть враховані сучасні проблеми захисту гідросфери. Відмова від старих і впровадження нових технологій, перш за все, обумовлений створенням промислових підприємств без викидів і відходів. Такі підприємства мають застосовувати новітні системи технологічних процесів, в яких використання сировинних та енергетичних ресурсів буде ув'язуватися з вимогами захисту природи і здоров'я людини. У нашій країні основні тенденції створення таких виробництв пов'язані з системою переробки сировини, яка містить комплекси виділення і обробки всіх відходів у вигляді готової продукції.

В останні роки намітилися різні технологічні напрямки, що забезпечують істотне зниження водоспоживання та забруднення. До найбільш перспективних з них належать: розробка та впровадження водооборотних циклів; повторне використання очищених вод в оборотних системах охолоджуючої води; розробка принципово нових безводних технологічних процесів з впровадженням їх у першу чергу на виробництвах з отруйними відходами, застосування систем повітряного охолодження. Розглядаючи оборотноє водопостачання як ефективний засіб споживання свіжої води, слід мати на увазі, що в ньому використовуються методи очищення стічних вод, які повинні забезпечувати необхідну кількість технологічної води.

Одним з найважливіших напрямів є впровадження безвідходної технології, де всі види відходів (рідкі, тверді) повністю утилізуються. Знешкодження та утилізація твердих промислових відходів становлять досить складну і важковирішувану завдання. Справа в тому, що складний цикл безвідходної технології може бути реалізований в умовах комплексу взаємопов'язаних підприємств, в яких відходи одного виробництва стають

вихідною сировиною для іншого. Але багато відходів (в тому числі великотоннажні) поки не знаходять широкого застосування. Частина неутилізованих відходів збирають підприємства Главвторчермета і Головторсировини, проте велику частину цих відходів піддають захороненню або вивозять на спеціально організовані для цієї мети полігони.

Не менш важливим напрямком істотного зниження водоспоживання та забруднення стічних вод стає впровадження «безводних» або «сухих» технологій. Використання таких технологій в нафтопереробній промисловості дозволило зменшити витрату води на переробку однієї тони нафти в 100 разів, у целюлозної промисловості на базі нових технологій скорочено споживання води в 6 разів, а концентрація не піддаються очищенню забруднень стічних вод зменшилася в 7 разів. При проектуванні промислових підприємств без викидів відходів у довкілля передбачають створення комплексів безстічних і замкнутих систем водоспоживання, комплексну переробку сировини; рекуперацію промислових відходів; розробку промислових об'єднань із замкнутою системою потоків переробки сировини і відходів та заготовлення для нової продукції.

2.3 Управління водними ресурсами

Водний режим окремих регіонів і наявні водні ресурси часто не задовольняють вимоги суспільства щодо створення кращих умов проживання людей і раціонального природокористування. Виникає складна проблема управління режимом і ресурсами вод суші. Основна його мета — забезпечення населення та народного господарства водою в необхідній кількості й якості за обов'язкової умови збереження біосфери, недопущення шкідливої дії вод.

Основними видами управління водними ресурсами є регулювання стоку, територіальний його перерозподіл і регулювання якості води.

Регулювання стоку для перерозподілу його за сезонами року та за роками здійснюється в основному за допомогою ставків і водосховищ, яких на річках України понад 28 тис.

Територіальний перерозподіл стоку здійснюється за допомогою каналів та водоводів. Для подачі води в маловодні регіони країни побудовано канали: Сіверський Донець—Донбас (довжина 132 км, пропускна спроможність 43 м³/с; Північно-Кримський (довжина 402 км, пропускна спроможність 294 м³/с); Дніпро—Донбас (довжина 263 км, пропускна спроможність 120 м³/с); Дніпро—Кривий Ріг (довжина 41 км, пропускна спроможність 41 м³/с); Головний Каховський (довжина 130 км, пропускна спроможність 530 м³/с); Дніпро—Інгулець (довжина 40 км,

пропускна спроможність 52 м³/с) та ін.

Серед численних водоводів найбільшими є Перший та Другий Донецькі, з каналу Дніпро—Донбас на Харків, Дніпро—Кіровоград, Дніпро—Західний Донбас та ін.

Нині каналами і водоводами із Дніпра перекидається в різні регіони понад 15 км³ води за рік.

Регулювання якості води здійснюється шляхом дотримання норм її якості, а нормування якості — у відповідності з «Правилами охорони поверхневих вод» (1991 р.), державними стандартами та відомчими нормативними документами. «Правилами...», зокрема, встановлені норми якості води водотоків і водойм для господарсько-питного, рибогосподарського та інших видів водокористування.

Використання водних ресурсів регулюється Держводгоспом України разом із місцевими Радами народних депутатів.

Оптимально розподілити воду між користувачами часто буває досить складно через їх розміщення на значних відстанях, стохастичність зовнішніх впливів і складні взаємозв'язки із навколишнім середовищем. Тому необхідно автоматизувати управління водокористуванням у межах окремих річкових басейнів та окремими водогосподарськими системами (ВГС) і комплексами. Таке управління здійснюється за допомогою автоматизованих систем управління (АСУ).

Автоматизована система управління — це система із застосуванням автоматизованих засобів формування й обробки інформації та економіко-математичних методів для постійного вирішення основних завдань оптимального розподілу водних ресурсів. АСУ належить до класу ієрархічних систем, тобто має кілька рівнів управління.

Перший рівень: управління функціонуванням основних водогосподарських об'єктів, які визначають водний режим річкової чи водогосподарської системи (водосховищ, водозабірних і водовідвідних систем промислових центрів, головних споруд зрошувальних систем, судноплавних ділянок річок, об'єктів рибного господарства тощо).

Другий рівень: управління режимом роботи споруд другого рівня, тобто тих, які містяться нижче головних водозабірних вузлів, магістральних каналів, систем водопостачання і водовідведення: промислових центрів.

Третій рівень: управління режимом роботи міжгосподарської та внутрігосподарської мережі, насосними станціями та ін.

Основні завдання АСУ — збір інформації про кількість водних ресурсів, характеристики гідрологічного і гідрохімічного режимів, якість води, про вимоги, які ставлять водокористувачі до водних ресурсів (відносно кількості й якості води), фактичне використання водних ресурсів; аналіз одержаної інформації; складання плану раціонального використання водних ресурсів; управління водокористуванням; поточний

контроль, облік і аналіз ефективності використання водних ресурсів; попередження й усунення аварійних ситуацій; управління технічним обслуговуванням і адміністративно-господарською діяльністю.

Інформація про кількість водних ресурсів, характеристики гідрологічного і гідрохімічного режимів, якість води надходить від Держгідромету, Мінприроди, Держводгоспу України та інших міністерств, комітетів і відомств, а інформація про потреби у воді водокористувачів — із Держводгоспу, інших відомств та окремих підприємств. Формується інформація на основі нормативних документів, заявок водокористувачів із розподілом по кварталах, місяцях і декадах.

Планування раціонального водокористування має за мету спланувати перспективний розвиток водогосподарської системи, вибрати оптимальний план її функціонування з урахуванням імовірнісного характеру притоку і використання води, складання оперативних планів роботи.

Оперативне управління роботою водогосподарської системи полягає у підтриманні заданих рівнів і витрат води, концентрації забруднюючих речовин у конкретних створах, головних водозабірних і водовідвідних спорудах відповідно до оперативного плану експлуатації.

Останнім часом розроблена АСУ водними ресурсами басейну Дніпра і якістю води Сіверського Дінця.

Перша черга АСУ — Дніпро, експлуатація якої розпочалася в 1986 р., охоплює шість ГЕС із водосховищами та 12 водозаборів великих систем і каналів. Основні завдання цієї системи — Планування комплексного використання водних ресурсів Дніпра; оптимальне управління; облік, контроль і аналіз використання водних ресурсів. Експлуатація системи дає змогу на основі економічних показників перерозподіляти воду не тільки в басейні Дніпра, але й за його межами — у Криму, Криворіжжі та Донбасі.

АСУ, яка діє на Сіверському Дінці з 1979 р., обслуговує найскладнішу (через забруднення) ділянку ріки від м. Слов'янська до Світличанського водозабору, який постачає питну воду значній частині Донбасу. На цій ділянці (100 км) на якість води найбільше впливають Рубежанське виробниче об'єднання «Краситель», Слов'янське виробниче об'єднання «Хімпром» і Лисичанський содовий завод. Безперервне протягом року скидання стічних вод цими підприємствами могло призвести до різкого збільшення концентрацій забруднюючих речовин у маловодні періоди (літню і зимову межень). Але створення АСУ сприяє покращенню якості води Сіверського Дінця шляхом управління спорожненням накоплювачів-регуляторів указаних підприємств.

АСУ включає 12 контрольних станцій, розташованих на річці та на скидних трубопроводах стічних вод підприємств. Інформація про якість води з цих станцій, а також із лабораторій басейнового управління по регулюванню використання й охорони вод і від водокористувачів надходить на центральний диспетчерський пункт де обробляється. Потім

ця інформація видається диспетчеру, який приймає відповідні рішення і передає їх виконавцям на місцях.

2.4 Підходи до водогосподарського районування (реалізація)

Водогосподарське районування може проводитися на основі різних ознак: за *належністю до басейнів річок*, за *існуючим економічним і адміністративно-територіальним поділом*, за *характером використання водних ресурсів*. Деякі дослідники враховують структуру регіональних водогосподарських комплексів, яка склалася в певних регіонах залежно від галузей використовувачів.

На сьогодні немає єдиної думки щодо вибору *вихідних територіальних одиниць*, стосовно яких слід проводити аналіз господарських і природних факторів для виділення водогосподарських районів. Основу одних пропозицій становить *басейновий підхід*, інших — *економічні райони й адміністративні області*. Проте обидва підходи не вирішують проблему комплексно.

Оскільки басейни великих річок охоплюють території з різними природними і господарськими умовами, то на них може бути кілька економічних районів (наприклад, у басейні Дніпра) і різні за спеціалізацією регіональні територіально-виробничі комплекси, які по-різному впливають на структуру водного господарства. Великі ж економічні райони, як правило, охоплюють різні річкові басейни. Тому в таких випадках знижується цінність водогосподарського районування.

Водогосподарське районування має відрізнятися від гідрологічного і враховувати не стільки природні передумови, скільки господарські особливості, потреби у воді в можливості їх задоволення; необхідно враховувати також нестачу і технологію добування води, її транспортування, очистку й інші показники.

Схема районування С. Л. Вендрова (1979) виділяє райони за ознакою забезпеченості водою для використання її при складанні довготривалих планів географічного розміщення виробництв. Автор пропонує виділяти райони, де води дуже багато, багато і мало; райони, які вимагають обмежень у використанні водних ресурсів; резервні райони; приморські території; прибережні зони морів і заток. В межах крупних районів пропонується виділяти дрібніші, враховуючи особливості режиму водних об'єктів та можливості використання водних ресурсів.

Такий підхід до районування дає змогу враховувати особливості водних ресурсів, сучасний стан і можливості використання їх різними галузями народного господарства в майбутньому.

2.4.1 Водогосподарські райони на території України

У минулому водогосподарське районування України проведене при складанні Генеральної схеми комплексного використання й охорони водних ресурсів СРСР; водогосподарські райони виділялися за ознакою тяжіння до відповідних потужних джерел води.

Звісно водогосподарське районування А. П. Голікова (1982), який виділив на території України чотири райони, три із яких в основному збігаються з економічними районами, а четвертий — Західно - Український (Закарпатський) — виділений зі складу Південно-Західного економічного району в окремий водогосподарський район.

Займалися водогосподарським районуванням в Інституті водних проблем АН СРСР (1986) з метою створення системи загальнодержавного обліку водних ресурсів, планування їх використання й управління ними. За водогосподарські райони прийнято басейни річок, які формуються з цілих адміністративних одиниць. Басейни середніх і великих річок поділено на частини. Всього виділено 44 водогосподарських річкових басейни, а з урахуванням поділу їх на частини — 155 водогосподарських територіальних підрозділів (одиниць). На території України таких одиниць 22.

Усі ці схеми водогосподарського районування по-різному обґрунтовані якісними та кількісними показниками щодо водноресурсного потенціалу і водокористування, природними передумовами, вихідними територіальними одиницями тощо. Серед запропонованих раніше схем водогосподарського районування найбільш обґрунтованою є схема водогосподарського районування колишнього СРСР, розроблена в Інституті географії АН СРСР (1973). Як водогосподарський район в даній схемі виділяються території, що характеризуються певною спільністю властивостей водних джерел, специфікою господарського водокористування і складом виробництв, які використовують (в даний час або в перспективі) ці джерела водопостачання.

Всього було виділено 41 укрупнений водогосподарський район, а за ознаками подібності райони згруповані у шість типів:

I — з різко обмеженими водними ресурсами, розвинутим зрошувальним землеробством і швидким зростанням промислового водокористування;

II — з обмеженими водними ресурсами і зрошувальним землеробством, що розвивається;

III — з недостатніми водними ресурсами та високим рівнем промислового і комунально-побутового водокористування;

IV — достатньо забезпечені водними ресурсами із всебічно розвинутим

водокористуванням;

V – забезпечені водними ресурсами із достатньо високим рівнем промислового і комунально-побутового водокористування;

V – з найбільшою водозабезпеченістю і низьким рівнем водокористування.

На території України виділено сім водогосподарських районів, які належать до II—V типів. Автори зазначають, що типи районів не є стабільними, а можуть змінюватись відповідно з розвитком продуктивних сил і змінами у їх розміщенні. Стійкість водогосподарських районів дещо більша в господарські освоєних регіонах країни.

2.4.2 Використання водних ресурсів малих річок

До поняття “мала річка” існує декілька підходів. При цьому враховуються довжина водотоку, площа водозбору, середній річний стік, глибина і ширина потоку тощо. Так, В. М. Родевич (1931) до малих відносив річки довжиною до 400 км і з меженною витратою менше $10 \text{ м}^3/\text{с}$, а до середніх — довжиною 400... 1000 км та меженною витратою $10...100 \text{ м}^3/\text{с}$. А. В. Огієвський (1936) запропонував свою класифікацію річок за їхньою довжиною, площею басейну і середньорічною витратою води.

Дещо інший підхід до класифікації річок у К. П. Воскресенського (1962). До малих річок він пропонує відносити невеликі річки, струмки та тимчасові водотоки, річний стік яких під впливом місцевих факторів може значно відрізнятись від зональної кліматичної його величини. Відносні розміри малих річок за довжиною, площею водозбору і середньорічною витратою води в різних географічних зонах і районах можуть бути різними.

О. І. Чеботарьов (1970) до малих річок відносить такі, що мають площу водозбору $1...2 \text{ тис. км}^2$.

У виданні «Ресурси поверхностних вод СРСР» до малих віднесено річки довжиною не більш як 100 км незалежно від площі водозбору.

Нині користуються двома кількісними критеріями щодо поділу річок на великі, середні та малі — площа водозбору і довжина річки. Так, Державним стандартом СРСР 19179-73 (Гідрологія суші. Терміни і визначення) та Водним кодексом України (1995) до малих відносяться річки, басейни яких розташовані в одній географічній зоні і гідрологічний режим їх під впливом місцевих факторів може бути не властивим для річок цієї зони; площі басейнів таких річок становлять не більш як 2 тис. км^2 .

Середніми є рівнинні річки, басейни яких розташовані в одній географічній зоні, а гідрологічний режим їх типовий для річок цієї зони; площі басейнів таких річок становлять від 2 до 50 тис. км^2 .

Велика — це рівнинна ріка, басейн якої розташований у кількох географічних зонах і гідрологічний режим її не властивий для річок кожної географічної зони окремо; площа басейну великої ріки перевищує 50 тис. км².

Обидва критерії, особливо другий, дуже умовні. Наприклад, для півдня України річку довжиною 50...100 км навряд чи можна вважати малою, тоді як для лісової зони річки довжиною понад 200 км вважаються малими.

Щодо гірських річок, то умовного критерію, згідно з яким можна було б віднести річки до категорії малих, у Держстандарті та водному кодексі немає.

У США малими вважають річки з площею водозбору 400...600 км² у гірських і 2000...4000 км² у рівнинних районах.

Поверхня території України порізана густою мережею річок. Всього за різними оцінками їх налічується 63...73 тис, але більшість становлять малі річки.

Малі річки — один із важливих компонентів природного середовища, вони мають велике значення у житті та господарській діяльності людей. Їхні водні ресурси є складовою частиною загальних водних ресурсів і часто бувають основним, а подекуди єдиним джерелом місцевого водозабезпечення, що визначає розвиток і розміщення місцевих водокористувачів.

Одна із важливих особливостей малих річок — тісна залежність водності, гідрологічного режиму та якості їх води від стану поверхні басейнів, значення яких часто буває більшим, ніж значення кліматичних і метеорологічних факторів. Тому гідрологічні та гідрохімічні показники малих річок можуть істотно відрізнятися від середніх зональних і районних.

Важливою особливістю малих річок є також і те, що вони являють собою первинну ланку річкової мережі, і всі зміни у їхньому режимі неминуче відбиватимуться в усій гідрографічній мережі. Тому локалізація негативних змін водності або гідрологічних і гідрохімічних характеристик таких річок неможлива.

Стан і майбутнє малих річок давно привертало увагу широкої громадськості, оскільки від цього залежить кількість і якість усіх водних ресурсів країни. У перші повоєнні роки водні ресурси малих річок планувалось широко використовувати в інтересах водного транспорту, лісосплаву, гідроенергетики, комунального і промислового водопостачання, рибного господарства, зрошення, оводнення та санітарного благоустрою.

Проте наприкінці 70-х років підходи до їх використання різко змінилися, оскільки в результаті господарської діяльності значно погіршилась якість води в них і змінився гідрологічний режим. Малі річки

стали використовувати для скидання промислових і господарсько-побутових стічних вод. Вони забруднювались нафтопродуктами від річкового флоту, в річки змивалися нечистоти із промислових майданчиків, вулиць і доріг, добрива й отрутохімікати з полів; русла почали інтенсивно замулюватися внаслідок розорювання схилів долин і заплав.

Інтенсивна господарська діяльність у басейнах малих річок у деяких регіонах призвела до їх зникнення. Стан малих річок викликав занепокоєння не тільки місцевого населення, а й адміністративних органів і наукових установ. Нарешті всі зрозуміли, що без збереження малих річок неможливе збереження і підтримання належної якості та кількості води у середніх і великих річках, тобто взагалі неможливо відвернути катастрофічне виснаження водних ресурсів, що вирішення проблеми малих річок можливе лише при здійсненні заходів щодо раціонального використання й охорони їх вод у взаємозв'язку з раціоналізацією природокористування в басейнах.

За однорідністю фізико-географічних умов малі річки поділяють на три основні групи: річки розчленованих рівнин, гірські та річки Полісся.

Річки розчленованих рівнин найбільш поширені. До них належать притоки Дніпра, Сіверського Дінця, Південного Бугу, ліві притоки Дністра та річки степової зони. Долини цих річок широкі, мають пологі схили; їх падіння становить 1...10 м/км і зменшується від витoku до гирла; швидкості течії в межень — 0,2...0,5 м/с, а під час водопілля збільшуються до 1 м/с і більше. В басейнах річок багато ярів і балок. Значна частина річок цієї групи, особливо в Степу, пересихає на тривалий час.

До *гірських* належать малі річки, які течуть у Карпатських і Кримських горах. Долини їх неширокі, з крутими схилами; глибина долин значна і змінюється від 150...200 м у передгір'ях до 600...800 м у горах. Падіння річок теж велике — від 60...70 м/км у верхів'ях до 5... 10 м/км у нижніх течіях; русла неглибокі, завширшки 10...20 м у верхів'ях і 80...100 м у пониззі. Швидкості течії — 1...2 м/с, « під час проходження паводків можуть досягати 3...5 м/с і більше. Течія річок Карпат постійна, пересихають вони дуже рідко і на короткий строк; зовсім малі річки у верхів'ях іноді перемерзають. Річки, які протікають у Кримських горах, змінюють водоносність у широких межах і часто пересихають на тривалий строк.

Річок Полісся за чисельністю значно менше порівняно з річками розчленованих рівнин і гірськими. Вони мають невеликі похили — переважно до 1 м/км, широкі та слабковиражені в рельєфі долини, значну заболоченість басейнів. Пересихають ці річки зрідка. Вказані особливості малих річок певною мірою визначають характер їх використання.

2.4.3 Використання малих річок

В Україні малі річки використовуються для судноплавства; риболовства; лісосплаву; різних видів водопостачання; гідро - і теплоенергетики; водних меліорацій; рекреації тощо. Проте значення окремих видів їх використання весь час змінювалося. Тепер, наприклад, малі річки майже не використовують для лісосплаву й мало використовують для судноплавства.

Здавна малі річки були джерелом гідравлічної енергії — на них будували млини, гідросилові установки промислових підприємств. Про масштаби використання малих річок на початку XX ст. можна судити за басейнами Дніпра та Дністра, де налічувалось відповідно 5044 і 1563 гідравлічні установки.

В наш час на малих річках діють 49 ГЕС.

Малі річки мали велике значення й у розселенні людей, в розвитку промисловості, комунального і сільського господарства. До найбільш освоєних належать малі річки басейнів Південного Бугу, Середнього і Нижнього Дніпра.

В усіх регіонах України малі річки використовують для *забезпечення господарсько-побутового виробничого водопостачання*. Так, у Поліссі та Карпатах на господарсько-побутові потреби витрачається 10...30 % загального об'єму використаної води, у Лісостепу — 10...20, у Степу — 20...40 % і більше.

Використання води малих річок *для зрошення земель* характерне для Криму та степової зони, дещо менше її використовується у лісостеповій зоні. Нині близько 25 % зрошуваних земель забезпечуються водою малих річок.

Майже повсюдно води малих річок є *джерелами сільськогосподарського водопостачання*. На ці потреби йде понад 40 % води, яка залучається для водозабезпечення із окремих річок Карпат, Полісся та Лісостепу.

Для *риборозведення* в основному використовують малі річки басейну Дністра, Південного Бугу, лісостепової частини басейну Дніпра. В Криму і Закарпатті на малих річках воно майже не розвинуте.

У зоні надмірного зволоження *малі річки є водоприймачами осушувальних систем і джерелом для покриття дефіциту води у ґрунті* в період вегетації сільськогосподарських культур. Встановлено, що у *малих річках формується 60 % сумарних водних ресурсів України*. На Поліссі та в Лісостепу зосереджено 60 % водних ресурсів цих річок, у Карпатах — близько 25%, у Степу — приблизно 12 %.

Малим річкам властива більша сезонна та багаторічна мінливість стоку, ніж великим. Тому здавна люди вдавались до регулювання їхнього

стоку за допомогою ставів і водосховищ. Нині на річках України налічується майже 27,6 тис. ставів загальним об'ємом близько 3 км³ і площею водної поверхні понад 2 тис. км² і 1094 водосховищ, без дніпровських та дністровського, повним об'ємом 8,4 км³ і площею водної поверхні 2,6 тис. км².

Під впливом ставів і водосховищ водні ресурси зменшуються через додаткове випаровування з водної поверхні. Підраховано, що в середній за водністю рік втрачається до 1 км³ води, в маловодний рік 95 %-вої забезпеченості — 1,2, а в дуже маловодний рік 97 %-вої забезпеченості — 1,4 км³. У рік 95 %-вої забезпеченості витрачається до 20 % сумарного корисного об'єму води ставів і водосховищ або 7 % водних ресурсів.

Найбільша кількість води забирається з малих річок басейну Дніпра — 33 %. У басейнах Дністра, Сіверського Дінця і річок Приазов'я водозабір становить 11... 17 %.

Водами малих річок забезпечується 67 % потреб сільськогосподарського водопостачання, 25 % — зрошення, 25 % — господарсько-побутових потреб міського населення.

Наведені показники лише наближено характеризують використання вод малих річок, оскільки державним обліком використання вод охоплено тільки 22 % загальної кількості річок довжиною переважно понад 10 км.

2.5 Схеми комплексного використання та охорони водних ресурсів

2.5.1 Водні кадастри

Справа раціонального використання і охорони водних ресурсів здійснюється в єдиної державної системи обліку та планування використання вод. Головними її частинами є: державний водний кадастр, водогосподарські баланси та схеми комплексного використання й охорони водних ресурсів.

Водний кадастр — це зведення даних про поверхневі та підземні води певної території. Вже в 30-ті роки минулого століття був накопичений значний матеріал про дослідження вод, але він містився у різних відомчих виданнях чи зберігався в архівах. Для забезпечення народного господарства гідрологічними даними необхідно було їх зібрати і опрацювати за єдиною методикою. Таку роботу проводив Державний гідрологічний інститут разом із місцевими управліннями гідрометеорологічної служби, протягом 1933—1940 рр.

Перший водний кадастр включає у себе три види узагальнень:

кадастр поверхневих вод, кадастр підземних вод і гідрометеорологічний кадастр.

Кадастр поверхневих вод складається з п'яти серій, з яких опубліковано три: відомості про рівні води в річках і озерах, матеріали про режим річок і порайонні довідники з водних ресурсів; неопублікованими залишились кадастри боліт і озер. У цих кадастрах вміщено матеріали спостережень за водними об'єктами від початку і до 1935 р. включно.

З 1936 р. порядок обробки і публікації матеріалів гідрологічних спостережень був переглянутий, і їх почали публікувати за окремі роки у вигляді гідрологічних щорічників - продовженням видань кадастру поверхневих вод. Публікувались також матеріали спостережень спеціальних стокових, озерних і болотних станцій, а також дані спостережень над випаровуванням із водної поверхні та ґрунту.

Матеріали першого водного кадастру мали важливе значення для галузевого планування і обґрунтування проєктів крупних водогосподарських об'єктів і систем, виконання важливих наукових досліджень і узагальнень.

З накопичуванням нових матеріалів спостережень за режимом водних об'єктів у 1958 р. було прийняте рішення про нове видання водного кадастру протягом 1960-1970 рр.

Другий водний кадастр має три серії: гідрологічна вивченість, основні гідрологічні характеристики, порайонні монографії про ресурси поверхневих вод.

В сучасних умовах облік вод проводиться гідрометеослужбою з достатньою надійністю, облік же використання водних ресурсів в загальнодержавному масштабі раніше не проводився. Тому Водним кодексом України передбачено ведення Державного обліку вод і їх використання, а також Державного водного кадастру.

Державний облік вод і їх використання ведеться з 1976 р. і включає вимірювання та первинний облік кількості й якості поверхневих і підземних вод, кількості води, яка забирається із водотоків і водойм, кількості й якості вод, які в них скидаються, реєстрацію вод користувачів.

Виконавцями цієї справи є Державна гідрометеорологічна служба (Держгідромет) (поверхневі води), Державна геологічна служба (підземні води), Державний комітет України з водного господарства (Держводгосп) (використання вод) та Міністерство охорони навколишнього природного середовища України (Мінприроди) (якість води).

Державна гідрометеорологічна служба забезпечує державний облік ресурсів поверхневих вод і спостереження за їх режимом, надає дані про водні об'єкти та їх гідрологічний режим, а також гідрологічні прогнози.

Аналогічні функції відносно підземних вод виконує Державна геологічна служба.

Державний комітет України по водному господарству здійснює облік

використання вод на основі звітності водокористувачів.

Міністерство охорони навколишнього природного середовища України здійснює державний контроль за використанням та охороною поверхневих і підземних вод.

Первинний облік забраних із водних об'єктів і скинутих у них вод ведуть водокористувачі (форма статистичної звітності 2ТП - водгосп).

Державному обліку підлягають води, що використовуються усіма підприємствами, організаціями і установами, незалежно від їх відомчої підпорядкованості, джерел водопостачання та скидання стічних вод. Звіти складаються на основі даних журналів первинного обліку використання вод, наявності і ведення яких є обов'язковим для всіх водокористувачів.

Інформація про використання води має три розділи.

Перший розділ вміщує відомості про об'єми природних вод, а також одержаних від інших водокористувачів, та характер їх використання.

Другий розділ містить облік об'ємів стічних вод і кількість забруднюючих речовин, які скидаються безпосередньо у ті чи інші об'єкти (поверхневі, підземні), або надходять у них із полів фільтрації, полів зрошення, із накопичувачів або ярів, балок, боліт та інших місць, куди ці води були раніше скинуті.

Третій розділ вміщує дані, що характеризують використання води і облік показників, які не залежать від об'єктів водокористування (втрати води в системах оборотного і послідовного водопостачання, потужність очисних споруд, об'єми дренажних вод, вартість цінних речовин, які вилучаються зі стічних вод у процесі очистки, та ін.).

Узагальнені дані про використання водних ресурсів використовуються різними організаціями й установами при вирішенні багатьох господарських завдань для поточного й перспективного планування водоохоронних заходів; складання схем комплексного використання й охорони водних ресурсів і водогосподарських балансів; для ведення державного водного кадастру, оперативного управління водогосподарськими системами; прогнозування змін гідрологічного режиму, водності річок і якості води; розробки заходів попередження та ліквідації шкідливої дії вод; проектування водогосподарських, промислових та інших споруд; здійснення контролю за проведенням заходів раціонального використання й охорони вод; нормування споживання і скидання вод, регулювання взаємовідношень між водокористувачами тощо.

Державний водний кадастр (ДВК) — це систематизоване зведення відомостей про водні об'єкти, їх режим, якісні та кількісні показники водних ресурсів і їх використання.

Основне завдання ДВК — забезпечення всіх водокористувачів необхідними даними про водні об'єкти, водні ресурси, режим, якість і використання вод, а також відомостями про водокористувачів.

ДВК публікується у чотирьох серіях.

Серія 1 — це каталоги водних об'єктів і водокористування (разові видання, які за необхідності оновлюються і доповнюються).

Серія 2 — охоплює низку видань:

- «Щорічні дані про режим і ресурси поверхневих вод суші» (з 1978 р. замінили гідрологічні щорічники);
- «Щорічні дані про якість поверхневих вод суші»;
- «Щорічні дані про режим та якість вод морів і морських гирл річок»;
- «Щорічні дані про використання вод».

Серія 3 — охоплює ті самі видання, що й серія 2, але матеріали, вміщені в них, узагальнені за останні п'ять років і за весь період спостережень.

Серія 4 — водні ресурси, водні баланси і використання вод (видається раз на 5... 10 років).

Серії 1...3 — це томи і випуски для окремих регіонів; серія 4 — це одна книга, в якій наводяться узагальнені дані про ресурси поверхневих і підземних вод, якість вод, їх використання та тенденції змін у часі для басейнів великих річок, областей та економічних районів.

Ведення кадастру здійснюється автоматизованою системою ведення ДВК, основою якої є щорічно оновлюванні відомості про води за весь період спостережень. В цій системі здійснюється систематизація, пошуки, обробка й узагальнення до потрібного рівня вихідних даних і видача необхідної інформації.

2.5.2 Водогосподарські баланси

Під *водогосподарським балансом* (ВГБ) розуміють кількісне зіставлення об'єму водних ресурсів у річковому басейні чи на певній території (прибуткова частина) з величиною сумарного необоротного водокористування і об'ємом санітарного та спеціальних попусків (витратна частина).

Водогосподарський баланс є основною передумовою територіального управління використанням водних ресурсів і враховує: взаємозв'язок і взаємозалежність водних ресурсів за кількістю (об'ємом), якістю та режимом у межах басейну річки в цілому або якої-небудь її ділянки; мінливий характер стоку та його схильність до багаторічних, сезонних і внутрісезонних коливань; використання водних об'єктів як приймачів стічних вод, які зумовлюють зміни властивості води та необхідність забезпечення санітарних норм у річці; комплексний характер використання водних ресурсів, оптимізація розподілу яких особливо необхідна в маловодні роки. Схема водогосподарського балансу представлена на

рис. 2.16.

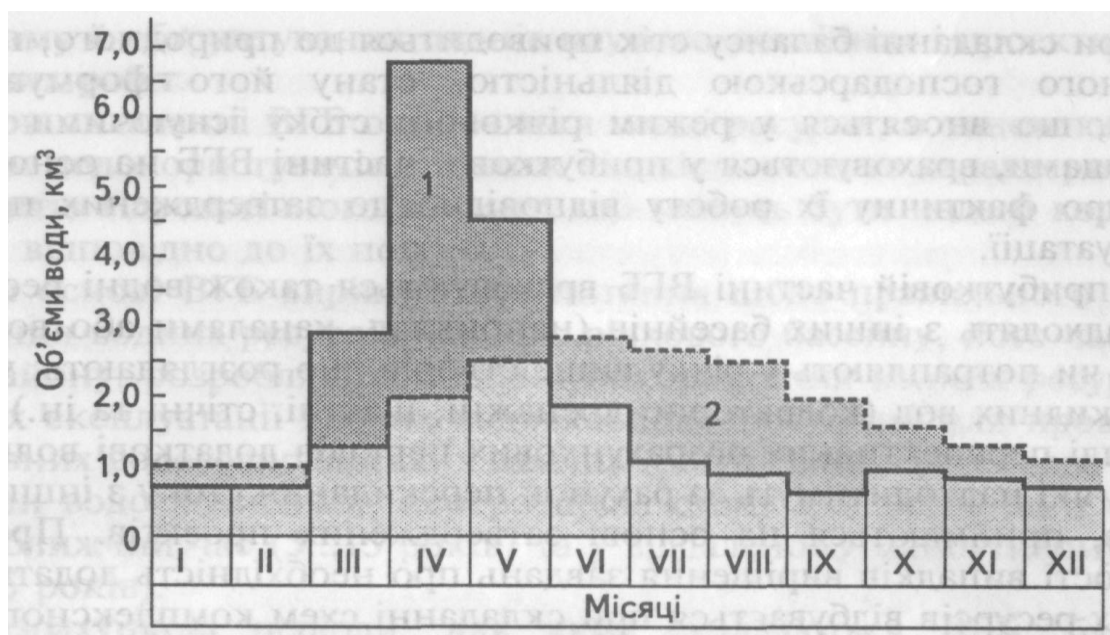


Рис. 2.16 – Схема водогосподарського балансу:
 суцільна лінія – водні ресурси; штрихова – використання води;
 1 – надлишок води; 2 – дефіцит

Особливості водогосподарських балансів такі:

- водогосподарський баланс (ВГБ) є засобом для аналізу стану використання водних ресурсів, він враховує лише один із елементів водного балансу (витрати води) і порівнює його з потребами водокористувачів;

- територіальні розрахункові одиниці та періоди у водному балансі приймають відповідно до гідрологічних явищ, а у ВГБ — відносно завдань, які вирішуються у водному господарстві (від частини доби до кількох років)/

ВГБ складаються на даний час і на перспективу. За призначенням вони бувають звітними, оперативними, плановими і перспективними.

Звітні ВГБ відображають досягнутий ступінь використання водних ресурсів за звітний період і є вихідними даними для аналізу зміни водокористування в окремих районах (басейнах), умов його забезпечення, ефективності роботи існуючих водогосподарських об'єктів та систем і доцільності використання водних ресурсів у майбутньому.

Оперативні ВГБ розробляються на поточний рік або на майбутній сезон для особливо напружених за водокористуванням річкових басейнів або їх частин для найефективнішого розподілу очікуваних водних ресурсів між окремими водокористувачами.

Планові ВГБ розробляються у відповідності з планами розвитку

окремих галузей господарства чи країни в цілому як необхідна складова частина.

Перспективні ВГБ складаються на перспективу розвитку господарства країни для правильного врахування й оцінки впливу водного фактора на розміщення і розвиток продуктивних сил, визначення видів, характеру та об'єму випереджаючих заходів.

На основі ВГБ вирішуються питання щодо правильного використання водних ресурсів певного річкового басейну, його частини або району, розробляються плани використання водних ресурсів в умовах експлуатації діючих водосховищ, пропозиції для проведення певних водогосподарських заходів (регулювання річкового стоку новими водосховищами, перерозподіл стоку між басейнами тощо) в найближчий час (5... 15 років) та у віддаленому майбутньому (понад 15 років).

Згідно з вимогами користувачів ВГБ складаються для окремих років певної забезпеченості (звичайно приймаються роки: середній за водністю — забезпеченістю 50 %, середньопосушливий — забезпеченістю 75...80 чи 85 % та дуже засушливий — забезпеченістю 95 %, а за необхідності — багатоводний 5... 10 % забезпеченості).

При складанні балансу стік приводиться до природного, не порушеного господарською діяльністю, стану його формування.

У прибутковій частині ВГБ враховуються також водні ресурси, які надходять з інших басейнів (наприклад, каналами або водоводами) чи потрапляють у річку вище створів, що розглядають, у вигляді скидних вод (колекторно-дренажні, шахтні, стічні та ін.). При розгляді перспективних розрахункових періодів додаткові водні ресурси приймають за даними схем комплексного використання й охорони водних ресурсів.

Видаткова частина ВГБ враховує потреби у воді не лише користувачів, які знаходяться у межах басейну, але й тих, що перебувають за його межами і забезпечуватимуться водою із даного басейну.

Підсумкова частина ВГБ дає змогу встановити, наскільки задовольняють чи не задовольняють водні ресурси потреби водокористувачів.

ВГБ складаються й аналізуються окремо за ресурсами підземних і поверхневих вод. Якщо для поверхневих вод прибуткову частину балансу записати як $B = U + U_1 + U_2$, а видаткову $C = I + T \pm W$, то рівняння ВГБ за потрібний інтервал часу матиме такий вигляд:

$$U + U_1 + U_2 = I + T \pm W, \quad (2.33)$$

де U — стік, що надходить з інших територій;

U_1 — стік, що формується на даній ділянці;

U_2 — стік, який надходить вище вхідного створу у вигляді колекторно-дренажних, шахтних, стічних та інших вод;

I — незворотне використання поверхневих вод;

T — стік, необхідний для збереження річки як елементу природного ландшафту (санітарний попуск);

ΔW – наповнення (-) або спрацювання (+) водосховищ.

При $B > C$ водних ресурсів достатньо для покриття всіх потреб водокористувачів і забезпечення необхідних санітарних попусків. При $B < C$ на даній ділянці має місце дефіцит води, який потрібно ліквідувати шляхом проведення певних заходів (регулювання чи перекидання стоку).

Якщо виявиться, що баланс від'ємний для року 95 % - ної забезпеченості, то обмежують подачу води менш відповідальним користувачам (з $P < 95\%$). У такий рік мають повністю задовольнятися потреби господарсько-питного водопостачання та мінімальні санітарні витрати вздовж водотоків. Обмежуються зрошення, можливості річкового транспорту, гідроенергетики, рибного господарства.

Складання ВГБ для підземних вод полягає у зіставленні потреб водокористувачів у підземних водах і ресурсів цих вод. У разі від'ємного балансу розглядають можливості компенсації об'єму підземних вод, якого не вистачає, за рахунок збільшення забору поверхневих вод або штучного поповнення і збагачення підземних вод.

Вихідними матеріалами для складання ВГБ є дані Державного водного кадастру, Державного обліку вод та їх використання, статистичні звіти про сучасний стан і плани перспективного розвитку окремих галузей і економіки в цілому.

ВГБ є відображенням складної взаємодії водних ресурсів, які формуються під впливом природних і антропогенних факторів, та потреб у воді, що визначаються економічними, технологічними та соціальними факторами.

Розробка водогосподарських балансів є одним із основних завдань Держводгоспу України.

2.5.3 Схеми комплексного використання й охорони водних ресурсів

Схеми комплексного використання й охорони водних ресурсів - є основним плановим документом, який дає змогу найбільш правильно розподілити водні ресурси між водокористувачами, намітити необхідні водогосподарські заходи, врахувати водний фактор при розміщенні продуктивних сил і вирішити інші питання, що необхідно здійснити для задоволення перспективних потреб у воді населення і всіх галузей господарства, а також для охорони вод і запобігання їхньої шкідливої дії.

Схеми розробляються на основі всебічної науково-технічної та економічної оцінки водних ресурсів, стану їх використання, перспективних

планів розвитку економіки і водогосподарських балансів.

Залежно від призначення і ступеня деталізації розробок складаються генеральна, басейнові і територіальні схеми комплексного використання й охорони водних ресурсів.

Генеральна схема розробляється для визначення принципових напрямів розвитку водогосподарського комплексу країни; басейнові — для басейнів річок та інших водних об'єктів на основі генеральної схеми; територіальні — для економічних районів і адміністративних областей на основі генеральної та басейнових схем.

Генеральна схема розробляється на віддалену перспективу (20...30 років) з поділом на окремі періоди. Ця схема має систематично уточнюватись і поглиблюватись. Басейнові та територіальні схеми складаються на менші періоди, в них накреслюються першочергові об'єкти для будівництва.

В схемах мають забезпечуватись в першу чергу задоволення потреб у воді населення. Необхідно також унеможливити виникнення диспропорцій між потребами у воді та реальною спроможністю їх задоволення, не допустити забруднення, засмічення і виснаження ресурсів природних вод.

Схеми комплексного використання водних ресурсів найбільших річок України (Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Тиси та ін.) розроблялися здавна. Проте підготовчі роботи зі складання першої генеральної схеми комплексного використання й охорони водних ресурсів України було розпочато лише у 1960 р., а сама схема складена протягом 1963—1965 рр. Генеральна схема надала можливість вирішувати такі завдання:

- оцінка поверхневих і підземних водних ресурсів стосовно окремих річкових басейнів, економічних районів і адміністративних областей;
- виявлення й урахування впливу господарської діяльності на режим водних об'єктів;
- з'ясування основних вимог до води різних галузей народного господарства для різних періодів їхнього розвитку і з урахуванням змін у використанні вод (повторне і послідовне використання);
- узгодження запитів окремих водокористувачів між собою і виділення серед них тих, які найефективніше і ощадливіше використовуватимуть воду;
- розробка перспективних водогосподарських балансів, виділення на їх основі районів, які мають надлишок водних ресурсів чи мають найбільший дефіцит у них;
- визначення головних об'єктів водогосподарського будівництва як на найближчу, так і на віддалену перспективу; прогнозування якості водних ресурсів з урахуванням усіх намічених водогосподарських заходів;
- встановлення сум капітальних вкладень, необхідних для виконання плану водогосподарського будівництва на окремих етапах його здійснення;
- розробка на основі складених водогосподарських балансів

пропозиції про оптимальне розміщення промислових об'єктів, транспортних вузлів і меліорованих сільськогосподарських площ;

- визначення основних заходів з охорони водотоків і водойм від забруднення, очищення та знешкодження стічних промислових і комунальних вод;

- оцінка можливих змін природних умов у районах, де планується проведення значних водогосподарських заходів;

- обґрунтування необхідних найважливіших проектно-пошукових та науково-дослідних робіт і визначення складу їх виконавців.

Генеральна схема уточнювалась і доповнювалась, але завжди залишалась основою для проведення заходів, спрямованих на раціональне використання й охорону водних ресурсів.

Нова генеральна схема комплексного використання й охорони водних ресурсів України складена Укрдіпроводгоспом (нині Укрводпроект) у 1990 р. на період до 2010 р.

Схеми комплексного використання й охорони водних ресурсів розробляються Держводгоспом України (як основним замовником) разом із іншими водогосподарськими та водоохоронними організаціями й установами.

2.6 Державне планування раціонального використання й охорони водних ресурсів

Раціональне використання водних ресурсів передбачає його планування для сучасного стану та потреб у майбутньому.

У державному масштабі планування раціонального використання й охорони водних ресурсів здійснюється у вигляді комплексних державних програм, планів міністерств, відомств, підприємств і організацій (державна і колективна власність) та інших водокористувачів. Всі ці заходи розробляє Мінекономіки України і Держводгосп України.

Планування використання й охорони водних ресурсів — невід'ємна ланка системи управління водним господарством, яка має забезпечувати науково-обґрунтований розподіл вод між водокористувачами з урахуванням першочергового задоволення питних і побутових потреб населення, охорону вод і запобігання їхній шкідливій дії.

Державне планування раціонального використання й охорони водних ресурсів в Україні проводиться з 1975 р. Раніше нагальної потреби в цьому не було, оскільки масштаби впливу господарської діяльності на навколишнє середовище були порівняно незначні.

Проте в останні десятиліття характер взаємодії суспільства і природи змінився. Вплив людини на водні ресурси, за масштабами, інтенсивністю

та складністю зіставляється з геологічними процесами. В таких умовах природа неспроможна відновлювати порушену екологічну рівновагу, відтворювати вилучені у неї ресурси. Перевантаження, яких зазнає природа, та несприятливі наслідки впливу господарської діяльності на окремі її елементи негативно позначаються на умовах суспільного виробництва та на стані здоров'я людей. Тому держава вимушена виділяти все більші ресурси на попередження та подолання негативних наслідків впливу господарської діяльності на природне середовище, на охорону і відтворення її ресурсів.

При визначенні планових завдань вихідним показником є об'єм водокористування, який зумовлює об'єм стоків, склад і потужність очисних споруд, потребу в капіталовкладеннях.

Розмір водокористування встановлюється на основі запланованих об'ємів промислового виробництва, площ зрошуваних земель, чисельності населення тощо та укрупнених норм витрачання води на одиницю продукції, зрошувальної площі, на одну людину і т. д.

При складанні плану враховуються тенденції розвитку окремих галузей, динаміка чисельності населення і норми використання води в розрахунку на душу населення, а також фактори, що зумовлюють відносне скорочення використання води (перехід на безводне і маловодне виробництво, замкнуті системи, повторне використання технічної води, використання забруднених стічних вод та ін.).

Показник повного забору води всіма користувачами доповнюється розрахунком необоротного водокористування. За показниками загального і необоротного водокористування планується об'єм водовідведення, в тому числі забруднених стоків, які підлягають очистці.

Необхідність виділення окремих водокористувачів зумовлюється різноманітністю складу і концентрацією забруднень у скидних стічних водах. Найдоцільнішою є роздільна очистка промислових і побутових стічних вод.

При плануванні охорони і раціонального використання водних ресурсів враховуються нормативи якості води, оскільки вони значною мірою визначають розміри затрат.

Питання для самоперевірки

1. Що називається системою водовідведення? Що необхідно враховувати, обираючи системи водовідведення? Які схеми системи водовідведення Ви знаєте?
2. Охарактеризуйте склад господарсько-побутових стічних вод.
3. Відведення талих снігових та дощових вод.

4. Основні забруднювальні речовини, які надходять з виробничими стічними водами.
5. Охарактеризуйте склад сільськогосподарських стічних вод.
6. Види забруднення від водного транспорту.
7. Основні хімічні речовини в атмосферних опадах та їх походження.
8. Що розуміється під поняттями «самоочищення», «фонова концентрація», «створ повного перемішування»?
9. Яким чином розраховується кратність розведення та коефіцієнт швидкості самоочищення?
10. Назвіть складові рівняння балансу речовин.
11. Охарактеризуйте сутність категорій екологічної досконалості технології виробництва.
12. Що називається системою водопостачання? Яким чином системи водопостачання класифікуються?
13. Що розуміється під терміном «якість води»? В чому полягає сутність нормування якості води?
14. Які види водокористування Ви знаєте?
15. Назвіть основні види класифікації природних вод.
16. Опишіть особливості схем водопостачання з поверхневих та підземних джерел.
17. Які системи промислового водопостачання Ви можете назвати, охарактеризуйте їх.
18. Що включає поняття «сільськогосподарське водопостачання»?
19. У чому полягають особливості водогосподарського районування?
20. Які водогосподарські райони виділені на території України і їх основні характеристики?
21. У чому полягають особливості малих річок?
22. Напрями використання та міри захисту малих річок.
23. Що означає “загальне” і “спеціальне” водокористування?
24. Які основні фізичні властивості води, що впливають на її якість?
25. Які основні хімічні властивості води і чим визначається її санітарно-бактеріологічний стан?
26. Які основні користувачі води і їх основні вимоги до водних ресурсів?
27. Як використовується вода у комунальному господарстві? Вимоги до її показників і заходи що до економії води.
28. Які системи водопостачання здійснюються в промисловості?
29. Які основні види управління водними ресурсами здійснюються в водогосподарській практиці?

3 ПЛАНОВО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

3.1 Поняття про водогосподарські комплекси, системи та водне господарство

В Україні сформувались і функціонують такі виробничо-територіальні комплекси, як машинобудівний, вугільно-металургійний, паливно-енергетичний, лісопромисловий, аграрно-промисловий, комплекс будівельної індустрії та інші. Кожен із них є складним структурно-системним утворенням, до якого належать простіші спеціалізовані комплекси і системи.

Однією із важливих складових ланок єдиного народногосподарського комплексу країни є і **водогосподарський комплекс (ВГК)**, який охоплює всю територію країни, оскільки жодна сфера життєдіяльності населення неможлива без використання водних ресурсів.

Початок формування ВГК покладено державним планом електрифікації Росії (будівництво ТЕС і ГЕС, гідромеліоративні роботи та інш.) були пов'язані з використанням у значних розмірах водних ресурсів.

Водогосподарські заходи, що мали спочатку галузевий характер, поступово переросли у складні водогосподарські рішення, що забезпечували комплексне використання водних ресурсів. У повоєнний період водогосподарське будівництво набуло ширшого розмаху — був сформований складний водогосподарський комплекс із властивою йому територіальною, функціональною і галузевою структурою, органами управління та контролю. Проте як ланка єдиного народногосподарського комплексу він ще недостатньо вивчений (не розроблені теоретичні основи водогосподарського комплексоутворення, типізації та ієрархічної структури; немає чіткого визначення його територіальної, функціональної і галузевої структури; недостатньо досліджені комплексоутворюючі фактори; не створений єдиний понятійний апарат та не вирішені інші питання). Причина — недостатність комплексоутворюючого процесу.

Водні ресурси, як один із видів природних ресурсів вивчаються гідрологами. Проблеми регулювання стоку і використання водних ресурсів різними галузями народного господарства вирішують спеціалісти установ водогосподарського профілю і юристи. Водні ресурси та їх використання були предметом вивчення економічної географії в основному в двох аспектах: забезпеченість водою як економічний фактор розвитку районів і територіальної структури окремих галузей народного господарства; водне господарство досліджувалось як інтегратор різних видів господарського використання водних ресурсів на емпіричній основі.

У сучасній науковій та учбовій літературі деякі автори під ВГК розуміють систему соціально-економічних і технічних заходів з

використання водних ресурсів; інші вважають, що ВГК - складна міжгалузева територіальна система, яка охоплює просторове (територіальне) сполучення ресурсів води і підприємств з її підготовки та безпосереднього використання в народному господарстві; дехто ВГК визначає як водогосподарську систему, що складається із сукупності об'єктів, підприємств, зв'язків між ними, які динамічно розвиваються у сполученні з певними природними умовами; є й такі автори, які водогосподарським комплексом називають гідровузол і водосховище з усіма супутними спорудами, або систему гідровузлів і водосховищ, які містяться в одному або кількох річкових басейнах, гідравлічно зв'язаних між собою і створених для оптимального використання водних ресурсів основними водоспоживачами і водокористувачами.

Згідно з державним стандартом колишнього СРСР, ВГК — сукупність різних галузей народного господарства, які спільно використовують водні ресурси одного водного басейну, а водогосподарський словник колишньої Ради економічної взаємодопомоги (1949 р.) визначав ВГК як групу водоспоживачів і водокористувачів, які сумісно використовують даний водотік (водойму) або його ділянку.

Розглядаючи ВГК як складову єдиного народногосподарського комплексу країни, слід визнати, що всі ці визначення не відбивають суті комплексу в економіко-географічному розумінні. Тому під *водогосподарським комплексом слід розуміти складне системно-структурне утворення, яке включає водні ресурси, водокористувачів, органи управління та контролю і характеризується певною функціональною, галузевою і територіальною структурою.*

У масштабах країни функціонує єдиний ВГК. В окремих великих її частинах — обласні і міжобласні ВГК, а також ВГК на базі водогосподарських систем, які обслуговують не одну, а декілька адміністративних областей. На відміну від загальнодержавного ВГК такі комплекси слід називати *регіональними водогосподарськими комплексами (РВГК).*

Як і інші ланки єдиного народногосподарського комплексу країни, ВГК має власну сировинну базу — водні ресурси і власний (властивий лише йому) виробничий процес підготовки води до різних видів використання, тобто вода вже є продукцією ВГК, яка відпускається або надається користувачам в установленому порядку відповідно до водного законодавства.

Основні теоретичні положення водогосподарського комплексоутворення:

- Водогосподарське комплексоутворення ґрунтується на усуспільненні та територіальній інтеграції промисловості, інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, комунальних служб і концентрації населення.

- Процесу водогосподарського комплексоутворення властиві об'єктивні закономірності, в результаті дії яких у конкретних умовах формуються РВГК певних типів.

- Основними комплексоутворюючими факторами формування ВГК є рівень водозабезпеченості та необхідність задоволення потреб у воді населення, промисловості, сільського господарства, гідроенергетики, водного транспорту та інших водокористувачів.

- Особливості територіальної організації окремих типів РВГК нерозривно пов'язані з їх структурою.

- Територіальна організація ВГК є сукупністю функціонуючих водогосподарських систем різних типів і окремих водогосподарських об'єктів.

- Функціонування і подальший розвиток ВГК мають базуватися на інтересах єдиного господарського комплексу держави, кількісних і якісних характеристиках водних ресурсів, необхідності їх раціонального і комплексного використання, охорони та відтворення.

- Регіональні водогосподарські комплекси являють собою територіальні частини єдиного водогосподарського комплексу, який є невід'ємною складовою єдиного народногосподарського комплексу держави.

Водогосподарська система (ВГС) — це сукупність гідравлічно пов'язаних водних об'єктів і водогосподарських споруд, сумісне функціонування яких спрямоване на оптимальне задоволення запитів водокористувачів. Порівняно з РВГК водогосподарська система охоплює меншу кількість галузей або навіть одну, тобто це простіше водогосподарське утворення. Прикладами ВГС є канали Дніпро—Донбас (рис. 3.1), Сіверський Донець—Донбас, Північно-Кримський та інші, зрошувальні, обводнювальні та осушувальні системи, а також сукупність Дніпровських гідровузлів (ВГС Дніпра) тощо.

У минулому інтегратором різних видів господарського використання водних ресурсів називали *водне господарство*, трактовка якого була різна: як сукупність заходів, як галузь народного господарства. Деякі дослідники водне господарство визначають як динамічну і складну за структурою галузь суспільних відносин в області, яка пов'язана з водними ресурсами.

За сучасних умов використання водних ресурсів уже не може здійснюватись окремими галузями незалежно одна від однієї без урахування кількості та якості води, її охорони та відтворення. Тобто використання водних ресурсів має бути скореговане в інтересах всього народногосподарського комплексу. Така роль і відводиться водогосподарському комплексу, хоча наведені вище визначення водного господарства наближаються до поняття ВГК, але все ж не відображають його суті.



Рис. 3.1 – Схема каналу Дніпро-Донбас

Поняття «водогосподарський комплекс» ширше, ніж поняття «водне господарство», яке є лише ланкою **ВГК**. *Під водним господарством слід розуміти сукупність галузей народного господарства (водокористувачів), які використовують водні ресурси.* Отже, водне господарство інтегрує різні види використання водних ресурсів; до нього належить і боротьба зі шкідливою дією вод.

Водогосподарським комплексам, як і іншим територіально-виробничим комплексам, властива певна територіальна, функціональна та галузева структура.

Територіальна структура відображує певні поєднання водних ресурсів і учасників водогосподарського комплексу, котрі склалися внаслідок територіальної концентрації виробництв, формування промислових районів, зростання великих міст, інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та можливостей задоволення їх потреб місцевими водними ресурсами.

Функціональна структура характеризується співвідношенням і значенням певної сукупності водних ресурсів і учасників водогосподарського комплексу в структурі ВГК певної території та їх значенням як комплексоутворювального фактора.

Галузева структура відображує склад учасників ВГК, співвідношення між ними за кількістю води, яка використовується, вартістю продукції, що виробляється, або основних виробничих фондів, питомими капіталовкладеннями, впливом на кількісні й якісні характеристики водних ресурсів і на навколишнє середовище.

Регіональні водогосподарські комплекси формуються під впливом

численних факторів: переважаючого напрямку (спеціалізації) господарства і ступеня його розвитку, щільності розташування населених пунктів і чисельності населення; забезпеченості транспортними шляхами; особливостей природних умов, основними серед яких є кліматичні, гідрологічні, ґрунтові, гідрогеологічні, геоморфологічні тощо.

Господарсько-економічні та природно-історичні умови визначають відмінність РВГК і ВГС за направленістю, складом учасників, об'ємом заходів і перспективами подальшого розвитку.

Одним із важливих завдань при вивченні РВГК є їх *типизація*. Як правило, кожний РВГК охоплює різні види водокористування; їх набір і кількісні співвідношення змінюються в широких межах. А це означає, що можуть бути різні варіанти організації РВГК або різні їх типи. Наприклад, на території України можна виділити певні типи РВГК за ведучими учасниками: водопостачання населення і промисловості (Донбас), гідроенергетика і боротьба зі шкідливою дією вод (Карпатський регіон), зрошувальне землеробство і водопостачання (південні області), осушувально-зволожувальні меліорації (північні області) та ін.

3.2 Формування та значення водогосподарських структур

Як уже зазначалось, регіональні водогосподарські комплекси і системи формуються під впливом численних факторів та охоплюють різні види водокористування. Порівняно з нарізним використанням водних ресурсів в інтересах окремих галузей, використання їх у сформованих РВГК і ВГС значно ефективніше. Це виражається у підвищенні продуктивності праці, зниженні вартості продукції та розвиткові комбінованого виробництва.

Галузі народного господарства, які використовують водні ресурси або мають певні вигоди від водогосподарських заходів, називаються *учасниками ВГК чи ВГС*.

При формуванні РВГК і ВГС бажано дотримуватись таких вимог:

- найповніше забезпечувати запити їх учасників як за кількістю води, так і за якістю;
- не допускати погіршення природних умов і гарантувати охорону водотоків і водойм від забруднення та виснаження;
- забезпечувати найвищу економічну ефективність для всіх учасників;
- гарантувати простоту і разом з тим надійну експлуатацію всієї сукупності гідротехнічних споруд (гребель, гідростанцій, насосних установок, каналів, трубопроводів, різних споруд на розподільчій мережі та ін.), забезпечуючи при цьому їх довговічність.

Залежно від значимості завдань, які вирішуються при формуванні РВГК чи ВГС, серед їх учасників є *основні* (або ведучі), інтереси яких переважають, і *супутні*.

Між окремими учасниками РВГК і ВГС встановлюються певні

співвідношення, які з часом можуть змінюватись. Прикладом може бути водогосподарська система Дніпра, коли на початкових стадіях формування ВГС основними учасниками були гідроенергетика і водний транспорт. Пізніше основними учасниками стали комунально-побутове і промислове водопостачання, зрошувальне землеробство, рибне господарство й інші галузі, а гідроенергетика та водний транспорт за значимістю поступово відійшли на останні місця.

Формування РВГК і ВГС досить складне завдання. При цьому необхідно враховувати три пов'язані між собою фактори: природний, економічний та технічний.

Природний фактор (водні ресурси, місцеві природні умови) зумовлює можливості функціонування та розвитку комплексу чи системи, визначає позитивний та негативний їх вплив на довкілля.

Економічний фактор (інтереси виробництва та соціального розвитку, водогосподарський баланс) враховує інтереси всіх зацікавлених галузей і окремих водокористувачів; він має забезпечувати максимальний економічний ефект і мінімальні втрати при недоодержанні води та об'єктивний розподіл сумарних капіталовкладень і витрат.

Технічний фактор визначає технічні рішення, які сполучають роботу гідротехнічних споруд і різних заходів, що забезпечують функціонування комплексу чи системи в конкретних місцевих умовах.

Вирішення суперечностей між водокористувачами відбувається в процесі формування РВГК і ВГС, їх усунення є однією із важливих умов оптимального функціонування регіональних водогосподарських комплексів і систем.

Значна увага питанням взаємної узгодженості вимог до водних ресурсів різних користувачів, які входять до РВГК і ВГС, має приділятися при складанні схем і програм комплексного використання й охорони водних ресурсів річок і регіонів.

Ступінь узгодженості або допустимості суперечностей для окремих водокористувачів у комплексі (системі) оцінюють з урахуванням: оборотності (чи необоротності) використаної води; характеру використання водних ресурсів у часі; технічних вимог водокористувачів до водного джерела відносно витрат і рівнів води, глибин, швидкостей течії й, особливо, якості води.

При плануванні та створенні РВГК і ВГС необхідно кожен річковий басейн розглядати як єдину природну систему, всі елементи якої (річки, струмки, стави, водосховища, болота, підземні води) взаємопов'язані і перебувають у своєрідній гідрологічній рівновазі. Тому при частковому використанні одного або кількох елементів недопустиме порушення нормальної діяльності системи в цілому.

Робота водогосподарських комплексів і систем, методика їх створення та управління ними залежить від коливання водних ресурсів у часі.

Специфіка роботи водогосподарських комплексів і систем полягає в тому, що зміна кількості наданої користувачам води зумовлюється нерівномірністю не тільки її використання, а й коливаннями стоку. Якщо, наприклад, теплоелектростанція узгоджує свою роботу зі змінами у споживанні енергії, то водогосподарська система має приводити у відповідність дві величини, які коливаються, — попит на воду та її пропонування. Через це виникає потреба в регулюванні стоку; ускладнюються добір доцільного складу учасників і визначення параметрів ВГК чи ВГС, а також методи інженерного розрахунку режиму їх роботи й ефекту.

Для досягнення найефективнішого використання водних ресурсів, вибору оптимальних параметрів і режиму роботи регіонального водогосподарського комплексу чи системи необхідно глибоко і всебічно проаналізувати ряд питань із урахуванням перспектив розвитку не тільки окремих галузей водного господарства, а й господарства в цілому.

Склад учасників і параметри водогосподарського комплексу (системи) мають бути економічно обґрунтованими. Оптимальним буде таке задоволення вимог водокористувачів, за якого забезпечується найбільший сумарний народногосподарський ефект.

3.3 Комплексні гідровузли

Технічним засобом використання водних ресурсів річок для задоволення потреб водокористувачів є зведення гідротехнічних споруд. *Сукупність гідротехнічних споруд різного призначення в одному місці складає комплексний гідровузол.* Компоновка і склад споруд таких гідровузлів залежать від водогосподарських завдань і місцевих умов будівництва. У зв'язку з тим, що водні ресурси єдині для різних галузей народного господарства й обширних територій, кожен більш-менш великий вузол гідротехнічних споруд проектується й експлуатується, як правило, в інтересах не однієї, а кількох галузей господарства.

Так, спорудження комплексних гідровузлів на рівнинних річках створює сприятливі умови для гідроенергетики, судноплавства, водопостачання, зрошення та боротьби з повеннями, а великі водосховища при них дають змогу розвивати теплоенергетику, мати хороші умови для відпочинку, туризму, водного спорту і рибного господарства. Використання гребель для прокладання залізниць і автомобільних доріг дає змогу відмовитись від будівництва складних і дорогих мостових переходів. Після закінчення будівництва комплексного гідровузла залишається потужна будівельна база і розвинуте житлове господарство, які необхідні для подальшого розвитку економіки прилеглих районів. Відбуваються зміни демографічних і соціальних факторів. Прикладами таких комплексних гідровузлів є, наприклад, гідровузли Дніпровського

каскаду та Дністровський гідровузол.

Звичайно річковий гідровузол складається із загальних і спеціальних (галузових) споруд.

Загальні споруди слугують для створення у вузлі необхідних напорів, ємкостей і гідравлічного стану, необхідного для роботи споруд, що входять до гідровузла. До загальних споруд гідровузла належать: гребля для створення погрібного напору і ємкості водосховища; водоскидні споруди (водозливи і водоспуски) для скидання надлишкових вод і спорожненням водосховища; споруди для затримання і видалення сміття, льоду, шуги (захисні стінки, решітки, шугоскиди); випрямні та сполучувальні споруди для огороження русла і берегів від розмивів і спрямування водного потоку до робочих отворів (дамби, підпірні стінки, кріплення, з'єднання тощо); у деяких випадках обладнують промивні споруди (грязеспуски) для скидання донних наносів, що надходять у водосховище.

Спеціальні споруди мають конкретні призначення: водопостачання, енергетика, зрошення, водний транспорт тощо. Такими спорудами в складі гідровузла можуть бути: водоприймачі для забору і подальшої подачі води в різні споруди (канали, трубопроводи, тунелі, гідроелектростанції, насосні станції та ін.), судноплавні шлюзи й отвори в греблях, рибоходи, пристані, пірси тощо.

Технологічні зв'язки між комплексним гідровузлом і галузями народного господарства здійснюються через супутні об'єкти. До таких об'єктів належать: лінії електропередач від ГЕС до приймальної підстанції, магістральні та зрошувальні канали, трубопроводи для водопостачання тощо.

При компоновці споруд гідровузла дотримуються таких основних вимог: розташування споруд загального і спеціального призначення має забезпечувати найповніше проведення основних робочих операцій кожної споруди; має досягатися найкраща узгодженість дії суміжних споруд і всього гідровузла; розміщення споруд у гідровузлі має бути компактным, із дотриманням мінімальних об'ємів будівельних робіт й експлуатаційних витрат.

Схему гідровузла та склад споруд обирають, виходячи з найвищого економічного ефекту.

Основою більшості комплексних гідровузлів є гребля, розміри якої визначають з урахуванням топографічних, геологічних і гідрологічних умов і вимог провідних учасників РВГК чи ВГС (гідроенергетика, зрошення, водопостачання та водний транспорт).

Утворений греблею *напірний фронт* складається переважно з двох частин: *глухої* і *водозливної*; через останню надлишкові об'єми води скидають у нижній б'єф.

До складу напірного фронту може входити будинок ГЕС. У складі комплексного гідровузла можуть бути *суднопропускні (шлюзи або*

суднопідіймачі) або рибопропускні споруди (рибоходи, рибохідні шлюзи або рибо підіймачі).

При будівництві великих комплексних гідровузлів вирішуються проблеми і сухопутного транспорту — по гребеню греблі прокладається залізниця або автомобільна дорога.

Комплексними гідровузли можуть бути не тільки при будівництві гребель і облаштуванні водосховищ. Такими є й окремі великі насосні станції або великі водозабірні споруди з каналами, що подають воду для зрошення, водопостачання та для інших цілей (енергетики, судноплавства, рибоводства).

3.4 Водосховища, їх значення в використанні водних ресурсів

Єдиним способом вирішення проблем водозабезпечення в багатьох випадках є регулювання стоку шляхом створення водосховищ. Зведення гребель і дамб у руслах річок дає змогу акумулювати великі об'єми води, яка використовується потім багатьма водокористувачами. Водосховища мають також велике значення для боротьби зі шкідливою дією вод (повеннями і селями) і створюють сприятливі умови для організації відпочинку населення. Необхідність утворення водосховищ може зумовлюватись: забезпеченням зрошення й обводнення земель у посушливих районах; створенням напору та акумуляцією води для виробництва електроенергії на ГЕС і підтриманням необхідних глибин на водних шляхах; перекиданням водних ресурсів у інші регіони; забезпеченням водою населення, промисловості, теплових і атомних електростанцій; боротьбою з повеннями; організацією зон відпочинку населення тощо.

Водосховища як об'єкти глобального масштабу з'явилися у другій половині ХХ ст. Вони створюються майже в усіх країнах світу. Всього їх налічується понад 10 000 (великих, об'ємом понад 1 млн. м³ кожне), сумарним повним об'ємом близько 5 тис. км³, корисним — 3 тис. км³, площею водної поверхні 400 тис. км². В Україні налічується 1087 водосховищ загальною площею водної поверхні понад 9 тис. км², сумарним об'ємом близько 55 км³ і корисним — 24,3 км³. Схема розташування водосховищ на Дніпрі представлена на (рис. 3.2). Розглянемо значення водосховищ для окремих галузей народного господарства.

Регулювання річкового стоку водосховищами в *енергетичних цілях* має такі основні призначення: підтримання якомога вищої потужності гідроелектростанції, збільшення сумарного виробництва електроенергії та створення в енергосистемах надійного джерела покриття пікових навантажень і резерву. Все це підвищує народногосподарську ефективність використання гідроенергоресурсів.

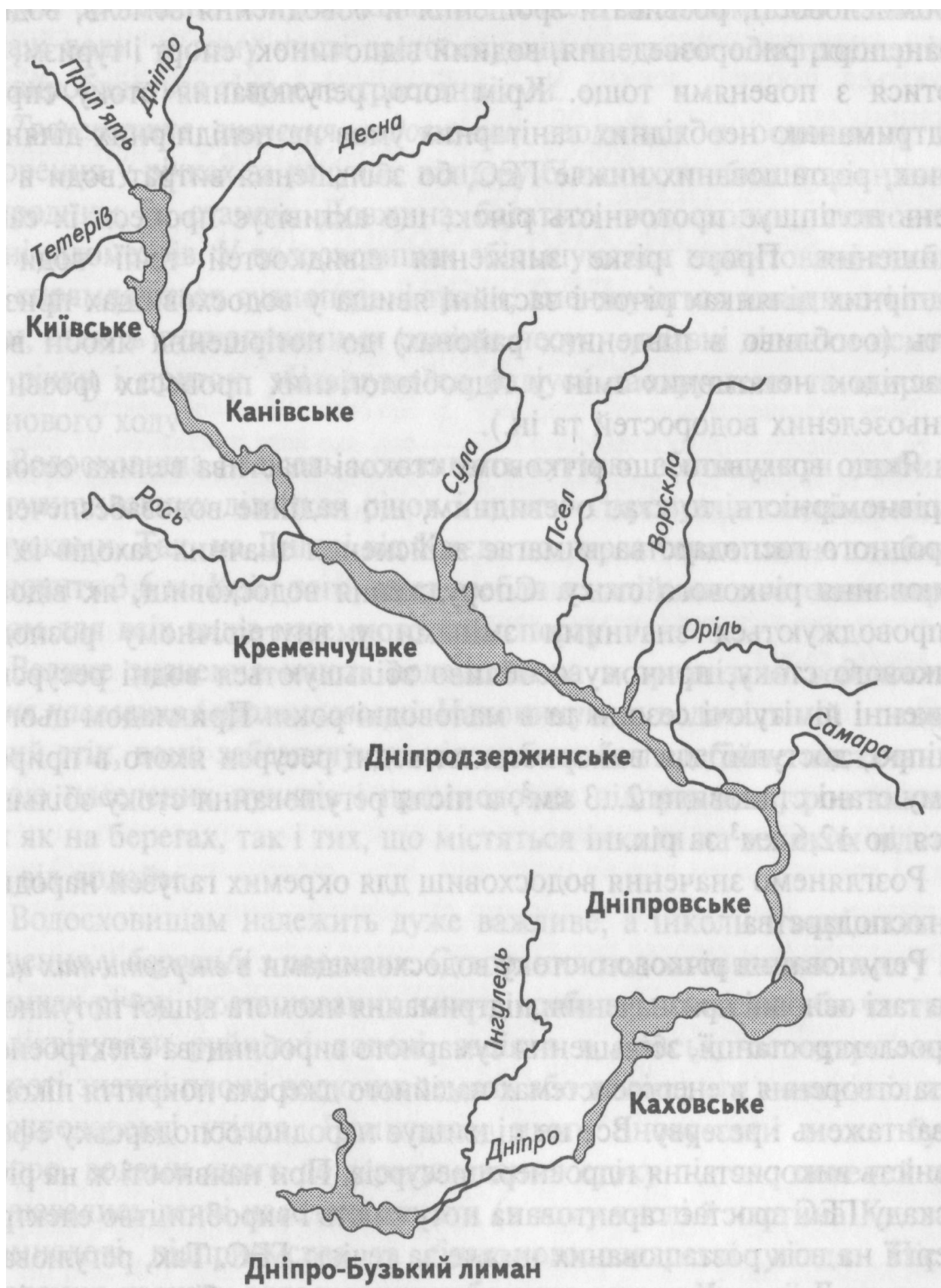


Рис. 3.2 – Схема розташування водосховищ на Дніпрі

При наявності ж на річці каскаду ГЕС зростає гарантована потужність і виробництво електроенергії на всіх розташованих нижче за течією ГЕС. Так, регулювання стоку Дніпра Кременчуцьким водосховищем збільшує щорічне виробництво електроенергії Дніпровською ГЕС на 500 млн. кВт • рік і підвищує гарантовану потужність Дніпровської та Каховської ГЕС більше ніж на 100 тис. кВт.

Особливо велике значення має регулювання стоку водосховищами для зрошення. При цьому поряд із повнішим використанням стоку для самопливного зрошення земель утворюються також можливості зрошення значної кількості земель за допомогою насосної подачі води, в тому числі застосовуючи частково електроенергію, що виробляється гідроелектростанціями.

Транспортне значення водосховищ зводиться в основному до створення у річках за рахунок підпору більших глибин порівняно з природним їх станом. Довжина багатьох водосховищ становить сотні кілометрів. У водосховищах збільшуються гарантовані глибини, спрямляються судноплавні траси, зменшуються швидкості течії води, стають судноплавними раніше несудноплавні ділянки основної річки і приток, збільшуються радіуси заокруглень та ширина суднового ходу.

Водосховища надають можливість суттєво збільшувати глибини на судноплавних ділянках річок і нижче гідровузлів спеціальними попусками. Так, на Дніпрі від Києва до гирла гарантована глибина становить 3,6 м. Крім того, сама гребля є надійним мостовим переходом для всіх видів наземного транспорту.

Велике значення мають водосховища в організації *водопостачання населення і промисловості*. Накопичуючи водопільний і паводковий стік, вони забезпечують цілодобове безперебійне постачання водою населених пунктів і промислових підприємств, розташованих як на берегах, так і тих, що містяться інколи на великих відстанях від водойм.

Водосховищам належить дуже важливе, а інколи і вирішальне, значення у *боротьбі з повенями*. Створення водосховищ дає змогу на ділянках річок, розташованих нижче гребель, повністю або частково ліквідувати руйнівні повені, задіяти в сільськогосподарському обороті значні площі родючих земель або поліпшити наявні сільськогосподарські угіддя. Прикладом цього знову-таки може бути Дніпро, водами якого до зарегулювання стоку під час повеней затоплювались деякі населені пункти (в тому числі й частина Києва), промислові підприємства та сільськогосподарські угіддя. Після створення каскаду водосховищ небезпека затоплення під час повеней прилеглих до Дніпра територій усунута.

Гідротехнічне будівництво надає широкі можливості для інтенсифікації *рибного господарства* у створюваних водосховищах, де воно має переходити від промислу до організованого управління процесами відтворення риби.

Водосховища широко використовуються також в цілях *рекреації*: для відпочинку населення, любительського риболовства, мисливства, водного спорту, туризму тощо. Невеликі водосховища споруджуються поблизу деяких міст спеціально з рекреаційною метою (наприклад, поблизу м. Горлівки).

Проте створення водосховищ супроводжується і негативними явищами та наслідками.

3.5 Канали та їх значення в комплексному використанні водних ресурсів

Всього в Україні нараховується сім основних магістральних каналів: Північнокримський, Головний Каховський магістральний канал, Дніпро-Донбас, Дніпро-Кривий Ріг, Дніпро-Інгулець, Сіверський Донець-Донбас, Дунай-Сасик.

Для постачання водою Криму побудований Північнокримський канал (400 км) з Краснознаменським відгалуженням від нього (рис. 3.3). Основне призначення каналу - зрошення земель і обводнення південної частини Херсонської області та степового Криму, а також водопостачання кримських міст і населених пунктів.

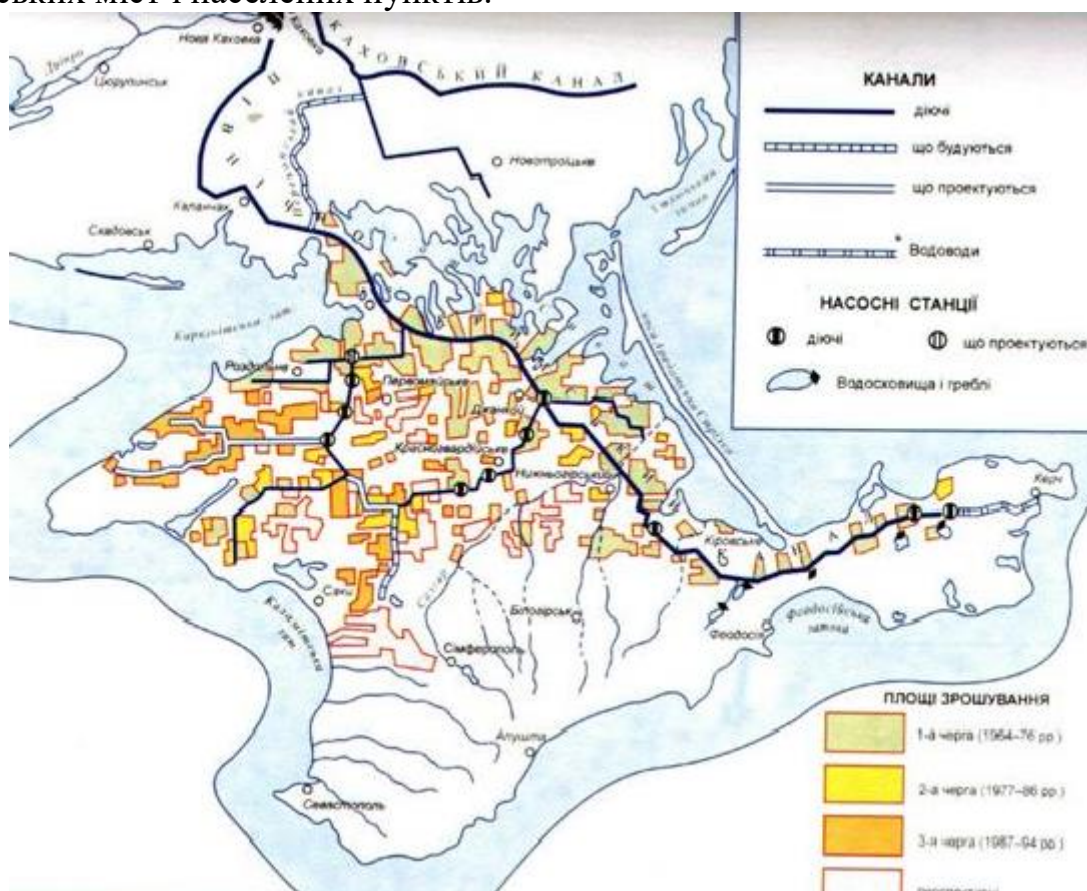


Рис. 3.3 –Карта-схема Північно-Кримського каналу

З Дніпродзержинського водосховища бере початок канал Дніпро - Донбас (263 км), який забезпечує водопостачання Донбасу і Харкова, поповнює водою пересихаючі малі річки, служить для обводнення р. Сіверський Донець і водопостачання промислових центрів Луганської області (рис. 3.4).



Рис. 3.4 –Карта-схема каналу Дніпро - Донбас

Канал Сіверський Донець - Донбас має довжину 131,6 км, з яких 101 км - відкрита частина, а 30 км - дюкери і напірні трубопроводи (рис. 3.5) Основним джерелом води для цього каналу є р. Сіверський Донець. Для забезпечення водою великого промислового регіону, розташованого на території Харківської, Донецької та Луганської областей, створена єдина система водопостачання, а вода по каналах Дніпро - Донбас і Сіверський Донець -Донбас подається в найвіддаленіші райони південно-східної частини України. Перших 9 км траси каналу Сіверський Донець - Донбас проходить по руслах річок Бритай і Берека.

Канал Дніпро - Кривий Ріг (41,3 км), що подає воду з Каховського водосховища, служить для господарсько-питного і промислово водопостачання Кривбасу. З цією ж метою, а також для зрошення земель Херсонської, Миколаївської та Кіровоградської областей побудований Інгулецький магістральний канал (54 км), бере початок з правої притоки Дніпра р. Інгулець (рис 3.6). З цього каналу подається змішана інгулецька і дніпровська вода. Дніпровська вода прямує протипотоком по руслу р. Інгулець, тобто в зворотному напрямку по відношенню до стоку цієї річки, що забезпечується головною насосною станцією. Далі вода йде по каналу самопливом.

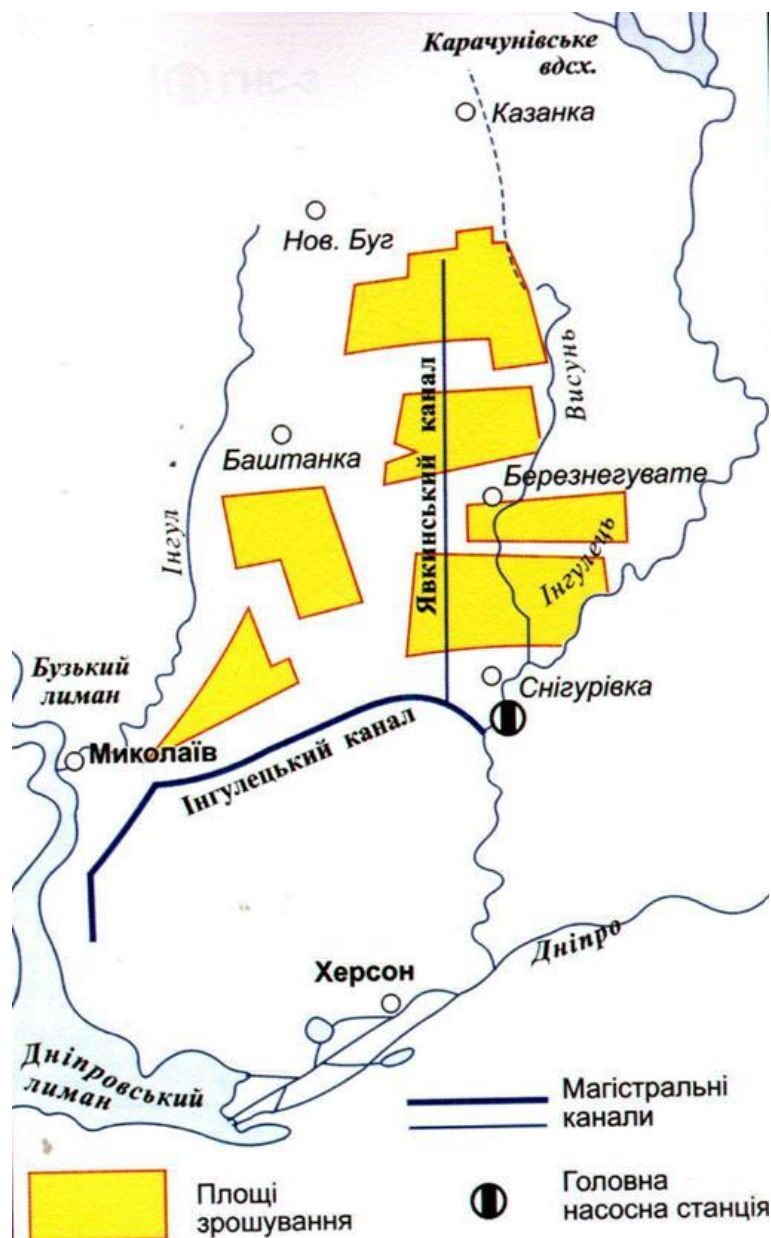


Рис. 3.6 –Карта-схема Інгулецького магістрального каналу

3.6 Вплив гідротехнічних споруд на довкілля

При створенні гідроенергетичних об'єктів їх вплив на навколишнє середовище починається з періоду будівництва [11].

У зоні будівництва відбуваються зміни природних умов, включаючи гідрологічний режим річки, ландшафт, ґрунти, фауну й флору, режим ґрунтових вод й ін., що пов'язане з організацією кар'єрів, відвалів, тимчасових доріг, інженерних комунікацій, ЛЕП, тимчасових житлових селищ, інших об'єктів інфраструктури; із пропуском будівельних витрат;

виконанням будівельних робіт на основних спорудах гідровузла; з підготовкою ложа водоймища й виконанням захисних споруд, включаючи берегоукріплення, зведення дамб для захисту земель і об'єктів від затоплення й ін.; з поетапним заповненням водоймища.

При організації будівництва й проведенні робіт слід передбачати необхідні заходи для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище, недопущення забруднення повітря й води, ерозії ґрунту, знищення рослинного покриву, диких тварин.

У період будівництва повинен бути виконаний у повному обсязі комплекс природоохоронних, захисних і компенсаційних заходів, передбачених у проекті. Важливе значення має проведення моніторингу навколишнього середовища, що дозволить вчасно виявити відхилення від проектних параметрів і підготувати рішення для попередження негативних наслідків [12].

Тимчасові споруди. Місця для розміщення тимчасових споруд вибираються з урахуванням вимог по охороні навколишнього середовища. При цьому для тимчасових житлових селищ, будбаз у першу чергу використовуються землі, малопридатні для сільськогосподарського виробництва, а кар'єри будматеріалів при наявності відповідних умов найкраще розмішувати в зоні постійного відводу землі під водоймище.

З території тимчасових споруд передбачається зняття родючого шару ґрунту і його складування для подальшої рекультивації території після завершення будівництва.

Для недопущення забруднення навколишнього середовища на території тимчасових селищ і будбаз звичайно виконується система каналізації з обробкою стоків на очисних спорудах.

Виконання будівельних робіт. У період будівництва істотний вплив на навколишнє середовище в першу чергу відбувається при підготовці зони водоймищ, земельно-скельних роботах.

При підготовці зони водоймища, включаючи зняття родючого шару ґрунту, виконанні земельних робіт з улаштування доріг, дамб та інших споруд необхідно передбачати заходи щодо недопущення утворення вогнищ синантропної (смітцевої) флори, а у випадку їх виявлення слід переорювати такі ділянки й засівати видами, що перешкоджають їх розвитку.

При спорудженні гідровузлів для мінімізації негативних наслідків його впливу на навколишнє природне середовище передбачається широке застосування електричних машин і механізмів на будівельних роботах, виконання різноманітних заходів щодо недопущення скидання в річку забруднених стічних вод.

Підрізування схилів, здійснення буровибухових робіт при розробці котлованів основних споруд, а також будівельних виїмок під дороги, розробка кар'єрів можуть викликати розущільнення порід, зниження

стійкості й призвести до несприятливих схилових процесів, включаючи ерозію, обвали, зсуви.

Вплив на навколишнє природне середовище також залежить від типів гідротехнічних споруд, матеріалів, технології й строків зведення. Високі бетонні греблі в порівнянні з греблями із ґрунтових матеріалів, маючи обсяг в 6–10 раз менший, дозволяють скоротити площу земель під кар'єри, дороги й ін.

Пропуск будівельних витрат. Протягом усього періоду будівництва гідровузла необхідно організувати пропуск витрат річки (будівельної витрати) в обхід споруд, що будуються, або через них. При цьому висуваються вимоги щодо рівневого й швидкісного режиму в річці, що забезпечує роботу існуючих водозаборів, збереження судноплавства на судноплавних ріках, умов проходу риб й ін.

Строк будівництва гідроенергетичних об'єктів у середньому становить 2–5 років, хоча для малих ГЕС він може бути до 1 року, а для великих – до 10 років і більше.

Найбільшу небезпеку з позицій недопущення затоплення котловану і споруд, що будуються, руйнування огорожувальних перемичок, розмивів русла й берегів, їх обвалення, залива нерестовищ у нижньому б'єфі, інших негативних наслідків для навколишнього середовища в зоні будівництва й нижче по річці становить період проходження паводків.

На рівнинних ріках з розвинутою заплавою широко застосовується схема пропуску будівельних витрат на першому етапі через стиснуте перемичками русло ріки або з відводом русла будівельним каналом в обхід споруд першої черги, що будуються. При цьому на другому етапі пропуск будівельних витрат виконується через отвори в спорудах першої черги. Така схема була застосована при будівництві ГЕС на Дніпрі, Волзі, Ангари, Рейні, Дунаї, Теннессі, Колумбії й ін.

На гірських ріках у каньйоноподібних вузьких створах в основному застосовується схема із пропуском будівельних витрат через будівельні тунелі.

При перекритті русел річок перемичками, яке звичайно виконується в меженний період при мінімальних витратах відсипанням кам'яних банкетів, намівом з використанням гідромеханізації й ін., повинні враховуватися вимоги охорони навколишнього середовища.

Початкове наповнення водоймища, пов'язане зі зменшенням у цей період стоку ріки нижче гідровузла, є відповідальним етапом і здійснюється в період проходження паводка. При цьому можливість наповнення водоймища, швидкість і режим наповнення визначаються наступними основними умовами:

- обсягом відбору води з ріки для заповнення водоймища, який не повинен перевищувати припустимого рівня, виходячи із забезпечення

пропуску витрат у нижній б'єф, обумовлених вимогами водоспоживання й охорони навколишнього середовища;

- припустимою швидкістю підвищення рівня водоймища за умовами роботи гідротехнічних споруд, формування фільтраційного режиму, активізації зсувних процесів, наведеної сейсмічності;

- будівельною готовністю гідротехнічних споруд і заходів щодо підготовки ложа водоймища;

- виконанням у повному обсязі комплексу передбачених проектом захисних, природоохоронних заходів, необхідних умов і заходів щодо переселення населення.

Для більшості великих гідроенергетичних об'єктів характерне поетапне наповнення водоймищ і введення потужностей. Наприклад, заповнення Кременчуцького водоймища при обсязі водоймища 13,5 км³ виконувалось у два етапи: в періоди повені 1960 і 1961 рр.

Важливе значення для забезпечення безпеки гідротехнічних споруд в умовах тимчасової експлуатації має забезпечення пропуску максимальних паводкових витрат розрахункової забезпеченості через недобудовані спорудження.

Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення водогосподарського комплексу?
2. Дайте визначення водогосподарської системи?
3. Дайте визначення водного господарства?
4. Яке ієрархічне підпорядкування між водогосподарським комплексом, водогосподарською системою та водним господарством?
5. Назвіть основні вимоги та фактори, якими зумовлюється формування регіональних водогосподарських комплексів і систем.
6. Що являє собою комплексний гідровузол, яке його призначення?
7. Наведіть приклади комплексних гідровузлів на річках України.
8. Яке значення водосховищ у комплексному використанні водних ресурсів?

4 ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ

4.1 Основні причини змін якості водних ресурсів

Негативний вплив людини на водні ресурси має наслідки їх забруднення, засмічення та виснаження.

Під *забрудненням* розуміють насичення вод водотоків та водойм іншими речовинами і в таких кількостях або сполученнях, які погіршують якість води і спричиняють різні несприятливі наслідки.

Забруднення може змінити склад води в них під впливом господарської діяльності, в результаті чого вода стала непридатною або менш придатною для якогось одного чи всіх видів використання.

Під *засміченням* розуміють потрапляння у водотоки та водойми сторонніх нерозчинних предметів (наприклад, шлаку, металобрухту, будівельного сміття, битого скла тощо), які не змінюють якості води.

Під *виснаженням* вод розуміють зменшення кількості води у водному об'єкті або погіршення її якості, що відбувається під впливом діяльності людини і має стійку направленість.

Стічними називаються води, які використані на виробничі або побутові потреби, одержали при цьому додаткові домішки (забруднення), що змінили їх первісний хімічний склад або фізичні властивості та підлягають видаленню з населених пунктів або промислових підприємств. До стічних належать також води, які стікають з територій населених пунктів і промислових підприємств у результаті танення снігу, випадання дощів та поливу вулиць.

Стічні води бувають побутові (господарсько-фекальні), виробничі (промислові), сільськогосподарські та атмосферні.

Побутові стічні води надходять із житлових, громадських, адміністративних, учбових, лікувальних, комунальних, торгових будівель та побутових приміщень промислових підприємств.

Виробничі або *промислові* стічні води є використані у різних технологічних процесах і вже не відповідають вимогам, що ставляться до їх якості.

Стічні води *сільськогосподарського походження* надходять із тваринницьких комплексів, ферм, птахофабрик та від інших сільськогосподарських водокористувачів.

Атмосферні стічні води утворюються в результаті випадання і стікання атмосферних опадів.

Значне використання поверхневих і підземних вод зумовило і значне збільшення об'ємів стічних вод, які скидаються у водотоки та водойми і змінюють якість води у водних об'єктах.

Стічні води поділяють на:

слабозабруднені, в яких показники якості води перевищують природні

(фонові) значення, але нижчі за гранично допустимі концентрації (ГДК) для води певного виду використання;

забруднені — показники якості води перевищують ГДК в декілька разів;

сильнозабруднені — показники якості води суттєво перевищують ГДК і близькі до показників складу розчину в джерелі забруднення.

Стічні води класифікують за різними ознаками:

за походженням джерела забруднення поділяються на антропогенні (промислові, комунальні, сільськогосподарські, транспортні тощо) та природні (атмосферні, гідросферні, літосферні);

за локалізацією — на точкові, лінійні, площинні;

за тривалістю впливу — на постійні, періодичні та епізодичні;

за видом носія забруднюючих компонентів — на стічні, скидні (зрошувальні та дренажні), інфільтраційні та підземні, поверхневого стоку, атмосферні опади, води, які забруднюються внаслідок витікання нафти і нафтопродуктів (при добуванні та транспортуванні);

за видом забруднення — на хімічне (неорганічне і органічне), фізичне (теплове, радіаційне) та біологічне (мікробне, гельмінтологічне, гідрофлорне).

Скидання стічних вод може бути *централізованим*, коли декілька водокористувачів скидають воду в загальний колектор або в міську каналізацію, і *нецентралізованим*, коли вода скидається одним підприємством безпосередньо у водний об'єкт, а за часом випуску — *регулярними і нерегулярним або залповим*.

Регулярне скидання стічних вод здійснюється водокористувачем у водний об'єкт постійно в певній кількості і з певною концентрацією забруднюючих речовин. *Нерегулярне* або *залпове* скидання проводиться шляхом одноразового випуску у водний об'єкт стічних вод, які поступово накопичувалися у ставках-відстійниках або у ставках-накопичувачах.

Стічні води є одним із основних носіїв збудників інфекційних хвороб. Особливо небезпечним є те, що майже 40 % усіх стічних вод очищуються лише частково або й зовсім не очищуються.

Розвиток промисловості, збільшення кількості міського населення, інтенсифікація і хімізація сільськогосподарського виробництва зумовили різке збільшення водокористування і скидання стічних вод. У водотоки й водойми почали надходити стійкі забруднювачі (нафтопродукти, відходи хімічних, целюлозно-паперових, текстильних та інших виробництв, отрутохімікати, мінеральні добрива з полів, продукція побутової хімії тощо), які залишаються у воді навіть після самоочищення. Відбувається не стільки кількісне, скільки якісне виснаження водних ресурсів, тому що при скиданні 1 м³ неочищених стічних вод забруднюється 40...60 м³ (інколи значно більше) чистої природної води.

Найбільшим забруднювачем є промисловість, яка скидає більше половини всіх стічних вод. Далі йде комунальне господарство — до 33 % і

сільське господарство — до 10 %.

Значно забруднюють водотоки та водойми *дощові й снігові води*, які змивають виробничий і побутовий бруд із промислових площадок і міських вулиць, вимивають мінеральні добрива (особливо з великим вмістом фосфору та азоту) і отрутохімікати із сільськогосподарських угідь.

Нафта та нафтопродукти, навіть при їх незначному вмісті у воді (0,2...0,4 мг/л) зумовлюють специфічний запах, який не зникає навіть після хлорування та фільтрування води. Нафтопродукти згубно впливають на рибу, спричиняючи її масове захворювання і загибель. На чистоту водотоків і водойм дуже впливають нафтові масла, які можуть покривати значні площі водної поверхні. Наприклад, одна крапля масла утворює пляму діаметром 30... 150 см, а 1 т покриває плівкою близько 12 км², ізолюючи і утруднюючи газообмін води з атмосферою; це призводить до масової загибелі риби і водоплавних птахів.

Надто небезпечними як забруднювачі є *стічні води целюлозно-паперових і лісопереробних підприємств*. Їх стоки містять тирсу, деревні волокна, тріски, кору, смолу, екстрагують цукор та інші органічні речовини, які поглинають кисень у процесі окиснення, засмічують воду, надають їй неприємного смаку й запаху, змінюють колір, сприяють розвиткові грибкових утворень на дні та берегах.

Небезпечні як забруднювачі також *фенольні сполуки*, які містяться у стічних водах підприємств лісохімічної, коксохімічної, анілінофарбової промисловостей і у водах заводів хімічної обробки сільськогосподарської сировини. Маючи сильні антисептичні властивості, фенольні води порушують біологічні процеси у воді, надаючи їй різкого неприємного запаху та погіршуючи умови відтворення риби.

Значно забруднюють водні ресурси *скидні води гірничодобувних підприємств*. Щорічно з гірничих виробок відкачують і скидають у водотоки та водойми майже 1 км³ підземних вод з мінералізацією понад 1000 мг/л (65...75 %) і понад 3000 мг/л (20%). Під впливом скидних вод шахт Донбасу (20 тис. м³ погодинно) мінералізація води в річках збільшується більше ніж удвічі, вміст сульфатів — утричі, завислих речовин — у 5... 10 разів, рН зменшується від 7,9 до 3,6.

Останнім часом значним забруднювачем природних вод стали *синтетичні поверхнево-активні речовини*, які містяться у стічних водах деяких виробництв і комунальних підприємств. Вони надають присмаки і запахи, утворюють стійку піну, отруєння для риби, водоростей та інших організмів.

Скидання *теплых вод* зумовлює теплове забруднення водних об'єктів, що збільшує випаровування з водної поверхні і мінералізацію води, посилює розвиток мікро- та макропланктону, цвітіння води, змінює її колір і запах.

Великого поширення набуло *цвітіння води* на мілководдях водосховищ

та озер, зумовлене інтенсивним розвитком синьо-зелених водоростей. В таких місцях вся водна поверхня часто затягується слизистою плівкою. Відмираючи, ці водорості в процесі розкладання виділяють фенол, нідол, скатол та інші отруйні речовини. Риба покидає такі водойми, вода в них стає непридатною для пиття і навіть для купання.

Велику небезпеку для природних вод складають *радіоактивні відходи*, які накопичуються в організмах тварин і в рослинах. Дрібні організми містять ці речовини у невеликих дозах. Але вони споживаються більшими і накопичуються в них у небезпечних концентраціях. Тому окремі прісноводні риби у декілька тисяч разів радіоактивніші за водне середовище, в якому вони проживають.

Значну стурбованість викликає стан водних ресурсів у басейні Дніпра, зумовлений катастрофою на ЧАЕС, де виявлено вплив радіоактивного забруднення. Хоча вміст радіонуклідів у поверхневих водах і не перевищує гранично допустимих концентрацій за цезієм-137 і стронцієм-90, виняток становлять малопроточні водойми в районі ЧАЕС.

Забруднюють воду також *промислові викиди в атмосферу* у вигляді твердих часток і газів, які випадають потім з атмосферними опадами або самотійно осідають на водну та земну поверхню; безпосереднє скидання сміття та різних відходів у водні об'єкти; транспорт; недостатня підготовка лож створюваних водосховищ і ставів; розмиви берегів тощо.

Забруднення, що надходять у стічні води, за фізичним станом бувають нерозчинні, колоїдні та розчинні домішки. Крім цього, вони поділяються на *мінеральні, органічні, бактеріальні і біологічні*.

Мінеральні забруднення включають пісок, глину, шлак, різні руди, розчини мінеральних солей, кислот і лугів, мінеральні масла тощо. Ці речовини містяться в стічних водах машинобудівних, металургійних, нафтових, нафтопереробних, будівельних та інших виробництв.

Органічні забруднення бувають рослинного і тваринного походження. До рослинних належать рештки рослин, плодів, овочів, паперу, рослинні масла тощо. Основною хімічною речовиною цього виду забруднення є вуглець. До складу забруднень тваринного походження належать фізіологічні виділення тварин, рештки жирових і мускульних тканин, клейові речовини та ін. Вони містять велику кількість азоту. Органічні забруднення є в міських комунальних стоках, у стічних водах целюлозно-паперових, миловарних, шкіряних, м'ясопереробних, пивоварних, харчових та інших підприємств.

Бактеріальні та біологічні забруднення включають різні мікроорганізми: дріжджові та плісняві грибки, дрібні водорості та бактерії, в тому числі збудники тифу, паратифу, дизентерії, а також яйця гельмінтів, які надходять у стічні води з екскрементами людей і тварин, та ін. За хімічним складом ці забруднення можна віднести до органічних, проте через особливу значимість їх виокремлюють у самотійну групу.

Бактеріальну забрудненість стічних вод характеризують величиною колі-титру.

Співвідношення між мінеральними та органічними речовинами у стічних водах буває приблизно 40 % і 60 %.

Однією з характеристик якості вод є *концентрація забруднень*, тобто кількість забруднень в одиниці об'єму воли, яка виражається в міліграмах на літр або в грамах на кубічний метр. Концентрація забруднень у стічних водах буває різною, в залежності від походження вод і змінюється в часі. Так, найбільша концентрація забруднень у комунальних стічних водах буває ввечері і вранці, а найменша — вночі. Промислові стічні води характеризуються досить рівномірною концентрацією забруднень протягом робочого дня, за винятком підприємств, технологія виробництва яких вимагає залпових випусків, при яких різко збільшується концентрація забруднень.

Забруднюються і виснажуються не тільки поверхневі, а й підземні води, хоча останні краще захищені від забруднень. Грунтові води, які не мають водонепроникної покрівлі, захищені менше, ніж глибокі підземні води, і звичайно отримують основну частину техногенних забруднень із поверхні.

Надмірне використання підземних вод призводить до їх виснаження. Дефіцит прісних підземних вод зокрема відчувається на півдні України, а навколо великих міст (наприклад, Києва, Харкова) сформувались обширні лійки депресії інколи діаметром 50... 100 км і завглибшки 50 м.

4.2 Заходи для збереження водних ресурсів

Під *охороною водних ресурсів* розуміють сукупність технічних, організаційних, правових і економічних заходів, направлених на усунення забруднення, засмічення та виснаження вод у водних об'єктах задля оптимального задоволення потреб населення і господарства країни у воді потрібної якості.

Серед різних дій цього напрямку провідне місце належить санітарній охороні, метою якої є забезпечення населення водою необхідної якості, створення нормальних санітарних умов життєдіяльності людини і умов для життя риби, водоплавних птахів і тварин.

Заходи з охорони вод поділяються на *профілактичні та оперативні*.

До *профілактичних заходів* належать: розробка схем комплексного використання й охорони водних ресурсів; екологічна експертиза проектів будівництва і реконструкції об'єктів щодо їх впливу на якісний та кількісний стан вод; нормування водокористування і водовідведення; видача дозволів на спеціальне водокористування; забезпечення введення в експлуатацію водоохоронних споруд водночас із введенням основних виробничих об'єктів; контроль за ефективною роботою очисних та інших водоохоронних споруд, за скиданням стічних вод і станом вод у водних

об'єктах та самих об'єктів.

До *оперативних заходів* належать: встановлення норм граничнодопустимих скидів (ГДС) із стічними водами діючих підприємств забруднюючих речовин у водні об'єкти; введення в експлуатацію очисних споруд для досягнення встановлених норм ГДС; застосування у відповідності до діючого законодавства санкцій до водокористувачів, які вчинили забруднення, засмічення чи виснаження вод, аж до закриття окремих підприємств, цехів або комплексів.

У зв'язку з тим, що близько 95 % води, яка витрачається для водопостачання промисловості та населення, після використання перетворюється на стічні води відповідного ступеня забруднення, і вони мають скидатися у водні об'єкти, то особливого значення набуває очистка стічних вод.

Зараз існують такі способи очистки: механічний, хімічний, фізико-хімічний і біологічний. Застосування того чи іншого способу залежить від фізичного стану, складу та концентрації забруднюючих речовин.

Механічна очистка складається з проціджування, відстоювання, фільтрування і центрифугування. *Проціджування* стічних вод дає можливість затримувати з допомогою решіток і сіток порівняно великі частки речовини (діаметром понад 5... 10 мм). *Відстоювання* застосовують для видалення мінеральних і органічних речовин, щільність яких більша або менша за щільність води; для цього служать піскоуловлювачі, відстійники, масло-, жир- і смолоуловлювачі. Для затримування найдрібніших завислих часток вдаються до *фільтрування* води крізь спеціальні сітки або піщано-гравійні і шлакові фільтри. Стічні води можуть очищуватися від механічних домішок і за допомогою *центрифугування*, коли при обертальному русі під дією відцентрових сил із них виділяються частки звисів.

Механічна очистка застосовується у разі, коли стічні води після проходження крізь названі вище споруди можуть використовуватись або для потреб виробництва, або випускатися у річку чи водойму, не забруднюючи їх. Такій очистці піддаються також стічні води перед застосуванням інших способів очистки.

За допомогою механічної очистки із побутових стічних вод видаляють до 60 % нерозчинних домішок, а із промислових — до 95 %.

Хімічна очистка. Суть її полягає у додаванні до стічних вод таких хімічних реагентів, які, вступаючи в реакцію із забрудненнями, сприяють випаданню в осад нерозчинних і колоїдних речовин або газовиділенню.

До основних видів хімічної очистки належать:

коагуляція — додавання у стічні води реагентів-коагулянтів, що сприяють адсорбції забруднюючих стічні води речовин і випаданню їх в осад;

нейтралізація — введення у стічні води речовин з кислотою або лужною

реакцією для забезпечення в них рН в межах 6,5...8,5;

електролітична очистка — пропускання електричного струму крізь стічні води; при цьому утворюються іони електролітів, які направляються до анода або катода, де вони розряджаються і утворюють нові сполуки як між собою, так і з матеріалом електрода; останні осідають у відстійниках.

Хімічний метод очистки надає можливість зменшити кількість нерозчинних забруднень стічних вод до 95 % і розчинних — до 25 %.

Фізико-хімічна очистка. Цей спосіб включає такі методи:

сорбція — поглинання або концентрування на поверхні деяких твердих речовин забруднень, які містяться у стічних водах;

екстракція — введення у стічні води речовин, які не змішуються з ними, але здатні розчиняти забруднення, що містяться у воді;

флотація — пропускання крізь стічну воду повітря, бульбашки якого, рухаючись в гору, захоплюють дисперсні частки речовини забруднення;

евапорація — відгонка з водяною парою летких речовин, які забруднюють стічну воду;

іонний — осаджування речовини забруднення на іонообмінному матеріалі при фільтруванні крізь нього стічних вод;

електроліз — пропускання крізь вміщені у стічні води електроди електричного струму, який сприяє розчиненню матеріалу електродів у воді та утворенню пластівців коагулянта, що осаджують забруднення стічних вод;

кристалізація — виділення зі стічних вод кристалів забруднюючої речовини, які утворюються при природному або штучному прискоренні випаровування рідини;

аерація — очистка стічних вод шляхом окиснень забруднень киснем повітря і переведення розчинних летких речовин у газову форму (*десорбція*);

полуменеве спалювання стічних вод відбувається за наявності в них особливо шкідливих речовин і неможливості очищення їх існуючими методами;

безполуменеве спалювання застосовується для знешкодження токсичних стічних вод при відсутності інших методів очистки;

демінералізація (знесолення) стічних вод проводиться у зв'язку з використанням їх в системах оборотного замкнутого водопостачання промислових підприємств; для цього здійснюють *термо-дистиляційне* знесолення, *зворотний осмос*, *іонний обмін*, *геліоопріснення*, *виморожування*, *електродіаліз*;

випаровування — видалення води із забрудненої суміші шляхом підігріву.

Біологічна (біохімічна) очистка базується на здатності деяких мікроорганізмів використовувати для свого розвитку органічні речовини, які містяться у стічних водах у колоїдному та розчиненому стані.

Біологічна очистка може проводитися в природних умовах — *на полях зрошення, полях фільтрації* або в *біологічних ставках*, а також у штучних умовах — в *біологічних фільтрах* і *аеротенках*.

Поля зрошення — спеціально підготовані ділянки, призначені для очистки стічних вод. Водночас із очисткою вод вони використовуються для вирощування кормових сільськогосподарських культур або трав.

Поля фільтрації — спеціально підготовані ділянки, призначені лише для біологічної очистки.

Очистка стічних вод на полях зрошення і полях фільтрації відбувається в процесі фільтрації води крізь шар ґрунту. Внаслідок адсорбції вода залишає в ньому завислі і колоїдні речовини, які разом із бактеріями обволочують частки ґрунту і утворюють біологічну плівку. Ця плівка адсорбує на своїй поверхні колоїдні та розчинені речовини стічних вод і, використовуючи проникаючий у пори кисень повітря, окислює органічні забруднення, які перетворюються на мінеральні сполуки (нітрити і нітрати). Через те що атмосферне повітря інтенсивно проникає в пори ґрунту на глибину 0,2...0,4 м, саме в цьому шарі відбуваються окислювальні процеси. Глибше (до 1,5 м) процес окиснення йде повільніше.

Біологічні ставки — це неглибокі земляні резервуари (глибиною 0,5...1,5 м), в яких відбуваються ті самі процеси, що і при самоочищенні водотоків і водойм. Цей метод очистки передбачає розташування ставків кількома секціями (від двох до п'яти ставків у кожній); вода надходить у них послідовно в міру її очистки. Біологічні ставки працюють при температурі не нижче 6 °С.

Біологічні фільтри — це резервуари, в яких біологічна очистка стічних вод відбувається при її фільтрації крізь крупнозернистий матеріал (гравій, керамзит, крупнозернистий пісок, шлак та ін.). Поверхня зерен цього матеріалу вкрита біологічною плівкою, заселеною аеробними мікроорганізмами.

Аеротенки — залізобетонні резервуари, в яких повільно рухається суміш стічної води і активного мулу, що постійно перемішується за допомогою стиснутого повітря або спеціальних пристроїв. Для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів-мініералізаторів у аеротенк має безперервно надходити кисень повітря. Активний мул являє собою біоценоз мікроорганізмів-мініералізаторів, здатних сорбувати на своїй поверхні й окислювати в присутності кисню повітря органічної речовини, що є у стічній воді.

Після біологічної очистки у стічних водах значно зменшується кількість бактерій, в тому числі хвороботворних; проте повного їх видалення досягти не вдасться. Тому такі води потрібно *дезинфікувати* (обеззаражувати). Для цього використовують *рідкий хлор або хлорне вапно, електроліз, бактерицидне проміння (ультрафіолетове), озонування,*

ультразвук. Після такої обробки стічні води можна випускати у річки чи водойми.

Важливе значення в охороні вод належить використанню найефективніших способів очистки стічних вод. При цьому слід знати, що вартість влаштування технічно досконалих споруд з очистки стічних вод (без доочистки) може складати близько 30% вартості промислового об'єкта, для деяких хімічних комбінатів — 40%, а для окремих нафтопереробних заводів — до 50 %. Домогтися очистки на 100 % ніколи не вдається. Можливо досягти 90...95 % очистки лише тоді, коли на очистку надходять тільки побутові стічні води, які вміщують у собі біологічні речовини, що легко розкладаються.

Частіше на очистку надходить суміш господарсько-побутових і промислових стічних вод, з якої видаляються лише 80...85 %. такої суміші забруднюючих речовин. При цьому в стічних водах залишаються якраз найбільш стійкі сполуки. *Більший ступінь очистки вимагає значного збільшення затрат.* Тому багато стічних вод скидається недостатньо очищеними або без очистки. Найбільше стічних вод без очистки скидають такі міста, як Маріуполь — понад 500 млн. м³, Дніпропетровськ — близько 390, Запоріжжя — приблизно 280, Одеса — майже 130, Київ — близько 40 млн. м³ за рік. Загальний об'єм стічних вод в Україні становить понад 10 млрд. м³.

Через те що очистка стічних вод не вирішує проблеми охорони водних ресурсів, вона має розглядатися тільки як *допоміжний засіб*. Повністю ця проблема може бути вирішена лише при проведенні сукупності водоохоронних заходів, а саме:

- зниження водоемності виробництв;
- переведення підприємств (де це можливо) на сухе виробництво;
- впровадження замкнутих систем водопостачання;
- удосконалення очистки стічних вод;
- уникнення скидання у водні об'єкти забруднених вод;
- використання комунально-побутових стічних вод на зрошення і для водопостачання промисловості;
- удосконалення технології виробництва з метою зменшення насичення стічних вод шкідливими домішками і речовинами;
- ліквідація газодимових викидів;
- контрольоване або обмежене використання отрутохімікатів і добрив на сільськогосподарських угіддях;
- надійне захоронення шкідливих стоків, очистка яких економічно не виправдані;
- проведення меліоративних заходів на водозборах;
- правильна розробка, транспортування та використання різних корисних копалин тощо.

Охорона водних ресурсів має тісно переплітатися з їх використанням.

Уся сукупність водогосподарських заходів буде правильно організована і проведена лише тоді, коли при використанні водних ресурсів здійснюється їх охорона.

Відомо, що природні води здатні до самоочищення, яке стимулюється сонячною радіацією, бігом води у річках, життєдіяльністю мікроорганізмів і водної рослинності. Встановлено, що в процесі бактеріального самоочищення через 24 року у воді залишається більше 50 % бактерій, через 96 рок — 0,5 %. Ці процеси інтенсифікуються влітку і уповільнюються в холодний період року. Наприклад, взимку навіть через 150 років зберігається ще до 20 % бактерій.

Збільшення використання *підземних вод* все гостріше ставить проблему їх раціонального використання й охорони. Відбір із водоносних горизонтів надмірно великих об'ємів води може призвести до різкого виснаження вікових запасів, падіння рівнів води у свердловинах і криницях, зменшення їх дебіту і зміни хімічного складу. Це також порушує їх природний режим і впливає на режим річкового стоку.

Необхідно також розмежовувати використання підземних вод промисловістю і населенням та *зберігати підземні води лише для потреб питного водопостачання.*

Охорона вод від забруднення має проводитись сукупно із охороною атмосфери, ґрунтового покриву, рослинного і тваринного світу. При цьому необхідно зберігати *біологічну повноцінність* води, тобто сторонніх домішок має бути така кількість, за якої забезпечується нормальна життєдіяльність гідробіонтів.

4.3 Боротьба зі шкідливою дією вод

Види шкідливої дії вод різноманітні, тому і форми боротьби з ними бувають різні.

Захист від повеней. Повінь — це затоплення водою території річкової долини, розташованої вище щорічно затоплювальної заплави. За походженням повені поділять на кілька типів. В основному причиною їх є великий приток води через інтенсивне сніготанення, випадання дощів і злив або їх сполученням.

На деяких річках повені виникають від забивання річкових русел льодом або шугою. До особливого типу належать повені, які зумовлюються вітровими нагонами в гирлах річок (наприклад, у Санкт-Петербурзі).

На більшій частині території України повені приурочені до весняного водопілля. У басейні Дністра повені спричинюються дощами та зливами. Від злив повені бувають і на Поліссі.

За висотою підняття води в річках, розмірами затоплень і величиною завданої шкоди річкові повені прийнято поділяти на чотири категорії:

низькі (незначні), високі, видатні та катастрофічні.

Низькі повені охоплюють малі території, вони виникають за незначного підняття рівнів води. Вони майже не порушують ритм життя і виробничу діяльність населення, а їх поява відбуваються приблизно один раз у 5... 10 років.

Високі повені супроводжуються значними затопленнями, охоплюють порівняно великі ділянки річкових долин та інколи порушують господарську діяльність і доводиться евакуювати людей. Бувають ці повені приблизно один раз у 20...25 років.

Видатні повені охоплюють цілі річкові басейни, паралізують господарську діяльність та завдають значної матеріальної та моральної шкоди населенню, яке підлягає масовій евакуації. Повторюються такі повені приблизно один раз у 50... 100 років.

Катастрофічні повені затоплюють величезні території в межах однієї або кількох великих річкових систем. При цьому в зоні затоплень повністю паралізується господарська та виробнича діяльність, тимчасово змінюється життєвий уклад населення. Такі повені завдають величезної матеріальної шкоди і навіть спричиняють загибель людей. На боротьбу з ними мобілізуються загальнодержавні ресурси. Повторюються вони не частіше одного разу в 100...200 років або й рідше.

Основним способом боротьби з повенями є регулювання за допомогою водосховищ стоку водопіль і паводків. Прикладом такої дії може бути каскад гідровузлів на Дніпрі та інших річках з великими водосховищами, в яких акумулюється значна частина води весняних водопіль і тим самим усувається небезпека затоплення територій, розташованих нижче гідровузлів. Найефективніше цього можна досягти за наявності досить завчасного та надійного прогнозу дати настання, об'єму і висоти весняного водопілля.

Регулювання стоку для боротьби з повенями рідко проводиться як єдиний захід, через те що водосховища такого призначення нераціональні. Їх функції поєднуються з завданнями енергетики, водопостачання, водного транспорту, зрошення тощо.

До інших заходів боротьби з повенями належать обвалування заплавних і прилеглих до них ділянок та окремих промислових районів, механічне руйнування льодових заторів, зажорів тощо.

Водозахисні споруди дніпровських водосховищ включають 376 км дамб обвалування і понад 250 км берегозакріплювальних покриттів, які забезпечують захист від затоплення і підтоплення території площею понад 305 тис. га, в тому числі 146 тис. га сільськогосподарських угідь.

Значної шкоди можуть завдати не тільки повені, а й розливи річок під час водопілля і паводків. Найчастіше така шкідлива дія вод має місце в Карпатах, Поліссі, Донбасі, Криму, а також на заплавних землях Дунаю. Вона охоплює 165 тис. км², що становить понад 27 % території, на якій

проживає третина населення нашої держави.

Для попередження і зменшення наслідків шкідливої дії вод у цих районах зведено водозахисні споруди, найбільша кількість яких — на річках у басейнах Дністра, Прута і Тиси. Вони захищають понад 310 тис. га земель, у тому числі понад 250 тис. га сільськогосподарських угідь. Серед захисних споруд переважають дамби обвалування, загальна їх довжина понад 1000 км, вони захищають населені пункти від водопіль і паводків 1 %-вої забезпеченості і сільгоспугіддя — 10 % - вої. Берегозакріплювальні споруди в цьому регіоні займають понад 430 км. Великого поширення набуло також біологічне укріплення берегів і заплав річок, а найпоширенішим видом регулюючих споруд є *загати, напівзагати, прокопи, траверси, струмененаправляючі дамби* та ін.

У Донбасі значна роль у зниженні висоти водопіль і паводків належить водосховищам.

Зменшенню висоти повеней, водопіль і паводків сприяють також меліоративні і агротехнічні заходи, що проводяться на водозборах річок (лісонасадження, снігозатримання, оранка поперек схилів, зяблева оранка тощо).

До шкідливої дії вод у Карпатах та Гірському Криму є *селеві потоки*, які являють собою короткочасні паводки з дуже великим вмістом у воді твердого матеріалу (до 75 % загальної маси потоку). За співвідношенням наносів і води вони поділяються на *грязеві, грязекам'яні та водокам'яні*. Їх виникнення пов'язане зі зливовими опадами, як правило, в тих басейнах гірських річок, на крутих схилах яких є багато рихлого, слабо закріпленого уламкового матеріалу. Все частіше виникненню селів сприяють антропогенні фактори — вирубування гірських лісів, руйнування трав'яного покриву через надмірний випас худоби та ін.

Для відвернення і захисту від селів застосовують такі заходи: припинення вирубування лісів і чагарників, закріплення гірських схилів шляхом лісонасадження, травосіяння, терасування, влаштування підпірних стінок, застосування повітряного транспортування зрубаних дерев зі схилів, припинення неорганізованого випасу худоби тощо. Важливе значення має цілеспрямоване будівництво гідротехнічних споруд у річкових руслах: баражів, загат, підпірних стінок, гребель, уловлювачів-фільтрів, селеуловлювачів тощо. Крім заходів захисту, важливе значення в боротьбі з селями має розробка надійних методів їх прогнозування.

У регіонах надмірного зволоження основним, пов'язаним із сільськогосподарським виробництвом завданням є *осушення перезволожених земель і боліт*. Загальна площа таких земель і боліт в Україні складає 6,6 млн. га. Природні умови надають можливість одержувати на осушених землях стійкі й досить високі врожаї зернових, овочевих і деяких видів технічних культур. Зараз осушено близько 3,3 млн. га, або 50 % меліоративного фонду. Із загального меліоративного фонду

виділено 1,2 млн. га, або 18 %, для збереження екологічної рівноваги, в тому числі 0,2 млн. га становлять заповідники і заказники. У розвинених країнах світу рівень освоєння меліоративного фонду вищий і становить: у США — понад 60 %, Англії — 61, Данії — понад 90, Нідерландах — 81 %. У цілому на земній кулі вже осушено приблизно 57 % загальної площі боліт.

Площа боліт України становить 903 тис. га, або 1,5 % території. Починаючи з 1985 р. у країні болота практично не осушуються, а осушувальну меліорацію проводять на заболочених сінокосах і пасовищах, перезволожений ріллі та інших землях, що використовуються в сільськогосподарському виробництві.

Немаловажне значення серед заходів щодо запобігання шкідливої дії вод має *захист від руйнування берегів* морів, річок і водосховищ. Береги руйнуються внаслідок коливань рівнів води, дії хвиль і криги, процесів промерзання і танення, а також через непередбачувану господарську діяльність і недостатню обґрунтованість інженерних рішень.

Досить інтенсивне руйнування або переробка берегів спостерігається на Чорному і Азовському морях, на водосховищах Дніпровського каскаду та інших водоймах і водотоках. Через руйнування берегів доводиться переносити залізниці і шосейні дороги, населені пункти, іноді при цьому виникають зсуви, які руйнують різні споруди і комунікації. Для захисту берегів від руйнування зводяться огорожувальні і захисні споруди, укріплюються береги різними за конструкцією спорудами тощо.

Великої шкоди народному господарству завдає *водна ерозія*. Природні геологічні екзогенні процеси, тобто змив речовин із підвищеного рельєфу в пониження (*поверхнева ерозія*), розмив схилів долин і русел (*яружна і річкова ерозія*) з незапам'ятних часів повільно і розмірено відбуваються на поверхні суші. Звичайно вони мало помітні і їх не можна зупинити. Проте під впливом діяльності людини ці процеси часто інтенсифікуються, набувають небезпечних форм, розвиваються у руйнівні процеси, знищуючи ґрунтовий і рослинний покрив і завдаючи великої шкоди економіці країни і, перш за все, сільському господарству. У такому вигляді вони називаються *прискореними* (за темпами) або *антропогенними* (за походженням) процесами. Водна ерозія посилюється безплановим вирубуванням лісів, неорганізованим випасанням худоби, неправильно вибраною або проведеною системою агротехнічних заходів та через інші причини.

На території України водною ерозією охоплено 11,5 млн. га сільськогосподарських угідь. Ерозійні процеси особливо характерні для районів із найродючішими землями. За багатократного повторення цього процесу потужність ґрунту систематично зменшується, а його родючість знижується через вимивання гумусу і поживних елементів (азоту, фосфору, калію та ін.).

Прискорені процеси ерозії надзвичайно ускладнюють усі водні проблеми: підвищена кількість наносів, що призводить до замулення заплав і русел річок та водосховищ, дуже утруднюється судноплавство; прискорює знос турбін на ГЕС. Антропогенна ерозія, яка виносить в озера і водосховища велику кількість добрив, робить водойми евтрофними і зумовлює інтенсивний ріст синьо-зелених водоростей.

Комплекс заходів боротьби з ерозією включає припинення або зменшення поверхневого стоку. При цьому поверхню ґрунту закріплюють травами і поліпшують його структуру, щоб прискорити фільтрацію атмосферних опадів на місці їх випадання. Велике значення мають агролісомеліорації, особливо створення лісових смуг, які затримують поверхневий стік, сприяють рівномірнішому розподілу снігового покриву по поверхні, а також кращому просочуванню води в розташовані нижче горизонти.

Важливими є й терасування крутих схилів, снігозатримання, оранка поперек схилів, підвищені норми добрив для ерозійно небезпечних схилів, добір спеціальних видів рослин, ґрунтозахисні сівоzmіни, смугове розміщення сільськогосподарських культур тощо. Застосовуються також різні гідротехнічні споруди, якими вода відводиться від ерозійно руйнівних ділянок, створюються ставки і малі водосховища для затримання і перерозподілу стоку та ін.

Шкідливою дією вод є *зсуви*, які теж завдають збитки народному господарству. Утворення зсувів пов'язане з порушенням рівноваги мас ґрунту, внаслідок чого одні шари сповзають по інших. Можуть бути й інші причини виникнення зсувів. Сприяють зсувам надмірне вологонасичення верхніх шарів ґрунтів і порід, виходи ґрунтових і підземних вод поблизу підніжжя схилів, додаткові великі навантаження від побудованих споруд, підмивання берегів, сезонні промерзання і танення ґрунтів тощо.

Найрадикальніший шлях боротьби зі зсувами — *зневодненість* зсувонебезпечних схилів, що може досягатися своєчасним перехопленням та відведенням поверхневого і підземного стоку.

Певною небезпекою для різних об'єктів і людей є *снігові лавини*, які бувають в Карпатах. Вони виникають при порушенні стійкого залягання снігу на гірських схилах. Це порушення зумовлюється або при зовнішній дії на снігову товщу (наприклад, при великих снігопадах, заметілі, морозах), або через зміни структурних властивостей снігу (наприклад, при сніготаненні).

В наш час у зв'язку з розвитком гірськолижного спорту, туризму, альпінізму, а також господарським освоєнням гірських районів проблема боротьби зі сніговими лавинами набуває великої актуальності.

Заходи щодо боротьби зі шкідливою дією вод, як правило, не пов'язані з використанням водних ресурсів.

4.4 Відтворення водних ресурсів

Під *відтворенням водних ресурсів* розуміють переведення важкодоступних і недоступних для використання водних ресурсів у доступні і найзручніші для використання. Це є регулювання річкового стоку за допомогою водосховищ, міжбасейнове перекидання стоку каналами і водоводами, поліпшення якості води різними засобами, опріснення солоних вод, збільшення одних джерел водних ресурсів за рахунок інших (наприклад, переведення поверхневого стоку в ресурси ґрунтової вологи, штучне живлення підземних вод річковими водопільними та паводковими водами, створення підземних водосховищ задля збільшення ресурсів підземних вод) та ін.

До заходів з відтворення водних ресурсів належить також *економія чистої води* в усіх видах її використання. Зменшення використання води в технологічних процесах і повторне її використання дають змогу різко скоротити забори свіжої води та зменшити кількість стічних вод.

Економічним стимулом в справі водокористування є введення з 1982 р. плати за воду. Тарифи на воду диференційовані для водогосподарських систем, при їх визначенні враховувались суспільно необхідні затрати на вивчення, оцінку, охорону вод, а також на регулювання стоку і його територіальний перерозподіл. Врахована також відмінність у рівні регіональних затрат на відтворення водних ресурсів, зумовлена природними факторами.

Оплаті підлягає весь об'єм забраної підприємством води відповідно із встановленим лімітом. У разі його перевитрачання оплата здійснюється у п'ятикратному розмірі.

Підприємства теплоенергетики, які використовують воду на охолодження обладнання, оплачують тільки 30 % тарифу, а за зверхлімітне водокористування — за повним тарифом.

Велике значення має *боротьба із втратами води на фільтрацію* в комунальних та промислових водопроводах і особливо — в зрошувальних системах.

Поряд із охороною вод від забруднення та засмічення *необхідно запобігати виснаженню поверхневих і підземних вод*. Відомо, що на відміну від інших природних ресурсів водні ресурси здатні постійно відновлюватись у процесі вологообігу. Проте нераціональне використання вод може призвести до порушення процесу відновлення їх ресурсів в окремих річкових і підземних басейнах і, як наслідок, до виснаження вод. Особливо неприпустиме виснаження ресурсів підземних вод (найцінніших для питною водопостачання) внаслідок їх забору (відкачки) в кількості, що перевищує можливості природного відновлення.

Для усунення поступового виснаження ресурсів підземних вод застосовується *штучне поповнення їх запасів за рахунок поверхневих вод*.

Інтерес до цього методу зростає у зв'язку із забрудненням поверхневих вод.

Метод штучного поповнення запасів підземних вод за рахунок поверхневих широко застосовується в багатьох країнах. В Україні штучне поповнення підземних вод почали застосовувати з 1955 р. Зараз діє 15 таких систем (Чернівці, Калуш, Мукачеве та ін.).

За гідрогеологічними і технічними умовами виокремлюється три основні типи штучного поповнення підземних вод: *відкрите* — при поверхневій фільтрації з інфільтраційних басейнів, каналів; *закрите* — при фільтрації крізь свердловини, колодязі; *просте* ~ при поверхневій фільтрації крізь ґрунти та породи.

Досвід роботи установок штучного поповнення запасів підземних вод підтверджує можливість одержання якісної підземної води при правильному поєднанні простих споруд попередньої підготовки води з її очисткою в ґрунті. При фільтрації крізь ґрунти і породи значно знижуються такі показники, як мутність, колі-індекс і загальна кількість бактерій, відбувається деяке зменшення окиснення, тобто поліпшується якість води за основними показниками. Однією з переваг методу штучного поповнення підземних вод є можливість значно спростити, а інколи й повністю відмовитись від очистки вод іншими дорогими методами.

Значної шкоди водним ресурсам може нанести необґрунтований режим експлуатації водосховищ, неоправдана у водоохоронному відношенні вирубка лісу, збільшення вітрової та водної ерозії, неправильне застосування добрив і отрутохімікатів тощо. Тому для підтримання сприятливого водного режиму і чистоти вод річок і водойм необхідно своєчасно проводити лісомеліоративні, протиерозійні, гідротехнічні та інші заходи.

Важливе народногосподарське та санітарно-гігієнічне значення має розробка ефективних методів боротьби із цвітінням води у водосховищах, яке зумовлює самозабруднення цих вод.

Цвітіння води - це інтенсивний розвиток водоростей, внаслідок чого звичайно невидимі неозброєним оком мікроскопічні організми стають через свою масовість видимими і надають воді різне забарвлення (від синьо-зеленого та сірого до бурого і червоного). Помітне забарвлення воді водорості надають уже при концентрації приблизно 1 г/м^3 .

В період цвітіння біомаса водоростей на окремих ділянках водосховищ може досягати $70\ldots 100\text{ г/м}^3$, а в місцях вітрових скупчень і в плямах цвітіння — десятків кілограмів у 1 м^3 .

Синьозелені водорості містилися у водах річок і раніше, однак інтенсивне цвітіння річкових вод почалося після будівництва ГЕС із водосховищами в лісостеповій та степовій зонах, зокрема на Дніпрі. Річ у тім, що у водосховищах склалися дуже сприятливі умови для розвитку синьо-зелених водоростей. Це великі площі незарослих вищою

рослинністю мілководних зон (до 1,5...2 м завглибшки), які добре прогріваються й освітлюються; незначні швидкості течії (0,1...0,2 м/с порівняно із 0,5...1,5 м/с у незарегульованому руслі) і дуже повільний водообмін; різке збільшення вмісту у воді органічних і мінеральних речовин, які надходять із затоплених заплав і прилеглих територій. Отже, збіг ряду гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних факторів і став передумовою інтенсивного розвитку синьо-зелених водоростей.

Боротьба з цвітінням води — надзвичайно важлива народногосподарська проблема. Хіміки та біологи винайшли речовини, які знищують водорості та не шкодять іншим мешканцям водойм. Встановлено також, яким чином і коли їх можна вносити у воду. Проте і цей метод поки що широко не застосовується, оскільки до кінця не з'ясовано віддалені наслідки дії цих речовин на інші організми. Вартість цих речовин висока.

Нешкідливим є біологічний спосіб боротьби з водоростями (використання рослиноїдних риб), але і він поки не дав очікуваних результатів. Мікробіологи вивчають бактерії та віруси, які могли б знищувати водорості.

Вважається, що радикальним шляхом зменшення цвітіння води у водосховищах є:

- виключати сприятливі місця їх розвитку;
- вилучати джерела їх живлення;
- використання їх для різних господарських цілей (переробка);
- збагачення киснем придонних шарів води за рахунок додаткової аерації.

В зв'язку з тим, що проблема цвітіння води залишається не вирішеною, пошуки ефективної боротьби із синьо-зеленими водоростями тривають.

Нестачу прісної води в деяких районах компенсують *опрісненими солоними водами*. Причому опріснена вода іноді значно дешевша, ніж доставка прісної води з інших регіонів. Технічні досягнення дають змогу опріснювати будь-які солоні води у значних кількостях.

Використання засолених і солоних вод необхідне, перш за все, в районах їх поширення за відсутності джерел прісної води. До таких районів належить і південь України, де для опріснення можуть використовуватись води Чорного і Азовського морів, а також підземні води підвищеної мінералізації.

Для опріснення солоних вод нині користуються методами: *дистиляції* (60%), *іонного обміну*, *виморожування* й *електродіалізу*. Одним із напрямів відтворення водних ресурсів є запобігання евтрофікації вод та інтенсифікація їх здатності до самоочищення.

Евтрофікація вод — це підвищення біологічної продуктивності водних об'єктів у результаті нагромадження у воді біогенних речовин (азоту і фосфору) під дією антропогенних або природних факторів. Такі речовини стимулюють розвиток евтрофних гідробіонітів, що призводить до

збільшення у водних об'єктах органічних речовин. Фізико-хімічні властивості води при цьому погіршуються: вода мутнішає, набуває зеленого кольору, змінюються окисно-відновні процеси, вода починає гнити, з'являється неприємний присмак і запах (аміачний і метановий), підвищується рН, внаслідок чого випадають в осад карбонати кальцію і гідроокиси магнію, на дні нагромаджуються чорні та липкі сірководневі відклади від масового відмирання водоростей. Погіршення якості води під впливом евтрофікації зумовлює *заморені явища* — починається масова загибель риби, гідробіонтів, а вживання такої води в їжу призводить до спалахів шлунково-кишкових захворювань, отруєння худоби та птахів.

Основним джерелом надходження азоту і фосфору у водні об'єкти є комунально-побутові стічні води та поверхневий і підземний стік із сільськогосподарських угідь, певна кількість їх надходить зі стічними водами тваринницьких ферм і комплексів, рекреаційних територій, рибних господарств тощо.

До заходів щодо запобігання евтрофікації водних об'єктів належать:

- заміна фосфоровмісних миючих речовин безфосфорними;
- підвищення ефективності вилучення фосфору і азоту на спорудах біологічної очистки;
- відмова від глибокої доочистки міських стічних вод перед їх скиданням, а використання їх після біологічної очистки і знезараження для поповнення води замкнутих циклів водозабезпечення промислових підприємств і для поливу приміських землеробських полів зрошення;
- прогресивні агро-меліоративні заходи;
- фітомеліорація водних об'єктів, за якою, крім видалення біогенів, досягається очистка води від токсичних речовин, оскільки водна рослинність, на відміну від інших гідробіонтів, здатна нагромаджувати значну кількість стійких токсикантів без порушення гідробіоценогічних зв'язків;
- переведення рибних господарств на замкнуті цикли водокористування тощо.

Звісно, що під дією багатьох факторів постійно відбувається самоочищення води.

Самоочищення вод — це відновлення їх природних властивостей в річках і водоймах, яке відбувається природним шляхом у результаті фізико-хімічних, біохімічних та інших процесів (турбулентна дифузія, окиснення, сорбція, адсорбція тощо).

Головною умовою самоочищення є насичення води киснем, за наявності якого відбувається окиснення органічних речовин і випадання їх на дно у вигляді мінерального осаду.

Вода насичується киснем в основному із повітря. Найінтенсивніше це відбувається в річках зі значними швидкостями течії, а у водоймах — за наявності хвиль. Цьому сприяє також життєдіяльність вищих водних

рослин, які насичують воду киснем у результаті фотосинтезу.

Крім фотосинтезу, водні рослини поліпшують якість води за рахунок поглинання ряду розчинених і дисперсних речовин, тобто вони є важливим фактором біологічної очистки стічних вод. Поліпшенню якості води найбільше сприяють такі рослини, як очерет, комиш, рогіз, роголисник, рдесник, ряска та ін.

При дефіциті у воді розчиненого кисню процеси самоочищення різко уповільнюються. Для їх активізації застосовують штучну аерацію.

Збільшити придатні для використання водні ресурси можна і шляхом штучного утворення опадів.

4.5 Державне управління та контроль використання і охорони вод

Державне управління в галузі використання і охорони вод поділяється на загальне та спеціальне.

Загальне державне управління здійснюється Кабінетом Міністрів України та місцевими Радами народних депутатів, повноваження яких поширюється на всі галузі господарства, в тому числі й водне.

Система органів загального управління побудована стосовно до адміністративно-територіального поділу держави. До компетенції органів загального управління віднесено і спеціальні питання що до використання й охорони водних ресурсів, які вимагають загально - господарської координації.

До компетенції Кабінету Міністрів України належить;

- розпорядження водними об'єктами загальнодержавного значення;
- встановлення основних положень щодо використання вод, охорони їх від забруднення, засмічення і виснаження, попередження та ліквідація наслідків шкідливої дії вод;
- встановлення єдиної системи державного обліку вод, їх використання, реєстрації водокористування і ведення державного водного кадастру;
- організація розробки загальнодержавних заходів щодо використання й охорони вод, попередження і ліквідація наслідків їх шкідливої дії;
- встановлення порядку здійснення державного контролю за використанням та охороною вод;
- затвердження схем комплексного використання і охорони вод, водогосподарських балансів, які мають загальнодержавне значення;
- регулювання інших питань загальнодержавного значення в області використання й охорони вод у відповідності з Конституцією України і Водним кодексом України.

До компетенції місцевих Рад народних депутатів належить:

- розпорядження водними об'єктами місцевого значення;
- надання у користування водних об'єктів, повністю розташованих на території, що підпорядкована місцевій Раді;

- видача дозволів на спеціальне водокористування підземними водами, водами замкнутих (непроточних) водойм, малих річок і струмків, яке здійснюється за допомогою водозбірних та водопідпірних споруд (дозвіл на спеціальне водокористування видається місцевими Радами народних депутатів після узгодження з органами охорони природи);

- поточне та перспективне планування заходів для забезпечення раціонального використання й охорони вод;

- припинення права спеціального водокористування, яке було раніше видане цим же органом;

- встановлення правил загального водокористування на водних об'єктах, підпорядкованих місцевим Радам;

- встановлення лімітів використання питної води для промислових цілей із комунальних і відомчих господарсько-питних водопроводів;

- вирішення суперечок і скарг про користування водними об'єктами, які знаходяться на території, підпорядкованій місцевій Раді;

- прийняття загальнообов'язкових рішень з питань боротьби зі стихійними явищами (повеннями, паводками, селями, льодовими заторами та ін.);

- встановлення правил користування водними об'єктами для плавання маломірних суден;

- затвердження загальносистемних планів водокористування меліоративними системами, а також внутрігосподарських планів водокористування різних організацій після узгодження з управліннями експлуатації зрошувальних і обводнювальних систем та інших водогосподарських об'єктів;

- встановлення правил користування водозабірними спорудами, розташованими на території, підпорядкованій місцевій Раді, і призначені для забезпечення питних і побутових потреб населення при централізованому водопостачанні;

- встановлення зон санітарної охорони джерел централізованого водопостачання і прибережних водоохоронних зон водних об'єктів на території, підпорядкованій місцевій Раді (після узгодження з органами державного санітарного нагляду).

Спеціальне державне управління в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів здійснюють Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Державний комітет України по водному господарству, Державна геологічна служба, їх органи на місцях та інші державні органи, якщо такі функції передбачені законодавством.

Міністерство охорони навколишнього природного середовища України:

- здійснює комплексне управління в галузі охорони водних ресурсів і координує діяльність міністерств, відомств, підприємств, установ та організацій з цих питань;

- здійснює державний контроль за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів;
- розробляє та бере участь у реалізації державних, міждержавних і регіональних програм з питань охорони водних ресурсів;
- організує державний моніторинг вод і здійснює державну екологічну експертизу;
- веде водний кадастр з розділу поверхневих вод і розділу якості води;
- затверджує нормативи і правила, бере участь у розробці стандартів щодо регулювання використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів;
- видає дозволи на спеціальне водокористування у разі використання водних об'єктів загальнодержавного значення;
- здійснює міжнародне співробітництво з питань використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів;
- вирішує інші питання у галузі комплексного управління і охорони водних ресурсів.

До компетенції Державного комітету України по водному господарству в галузі управління та контролю за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів належить:

- державне управління в галузі водного господарства, здійснення єдиної технічної політики, впровадження у водне господарство досягнень науки та передового досвіду;
- забезпечення потреб населення та галузей економіки водними ресурсами та їх міжбасейновий перерозподіл;
- розробка та участь у реалізації державних, міждержавних і регіональних програм з питань водного господарства;
- розробка і встановлення режимів роботи водосховищ комплексного призначення, водогосподарських систем і затвердження правил їх експлуатації;
- здійснення радіологічного і гідрохімічного моніторингу водних об'єктів комплексного призначення, водогосподарських систем міжгалузевого та сільськогосподарського водопостачання;
- погодження дозволів на спеціальне водокористування;
- здійснення міжнародного співробітництва у галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів прикордонних водних об'єктів;
- проведення заходів щодо попередження шкідливої дії вод, включаючи протиповіневий захист земель і населених пунктів, та ліквідації наслідків такої дії;
- визначення пріоритетних напрямів розвитку водного господарства та меліорації земель;
- здійснення нагляду за використанням і якісним станом водних ресурсів;

- розробка довгострокових прогнозів, водогосподарських балансів і схем комплексного використання і охорони водних ресурсів, ведення державного водного кадастру з розділу використання вод, проведення прогресивної науково-технічної та інвестиційної політики, вирішення питань, пов'язаних із міждержавним і міжобласним розподілом стоку річок;

- відтворення водних ресурсів, поліпшення стану річок, водойм і прибережних зон морів; експлуатація водогосподарських об'єктів комплексного призначення;

- здійснення разом із міністерствами і відомствами заходів щодо охорони від радіоактивного забруднення річок, водойм, підземних вод і сільськогосподарських угідь;

- проектування, будівництво, реконструкція й експлуатація водогосподарських систем та об'єктів сільськогосподарського водопостачання і каналізації;

- експлуатація міжгосподарських зрошувальних і осушувальних систем, сільських групових водопроводів, а також технічне обслуговування внутрігосподарських меліоративних систем і розподільної мережі сільськогосподарського водопостачання;

- здійснення інших заходів відповідно до покладених на нього завдань положенням про Держводгосп України.

У своїй діяльності Держводгосп України взаємодіє з державними адміністраціями та місцевими Радами народних депутатів та іншими державними органами, діяльність яких пов'язана з використанням і охороною вод.

Державна геологічна служба у галузі управління і контролю за використанням та охороною вод і відтворенням водних ресурсів здійснює:

- видачу спеціальних дозволів (ліцензій) на використання підземних вод за погодженням з органами охорони природного середовища, охорони здоров'я та нагляду за охороною праці;

- ведення державного обліку підземних вод, водного кадастру з розділу підземних вод і моніторингу цих вод;

- погодження умов спеціального водокористування у разі використання підземних вод та надання дозволів на проведення проектних і будівельних робіт, пов'язаних із використанням підземних вод;

- ведення державного геологічного контролю за проведенням пошуково-розвідувальних та інших робіт щодо вивчення підземних вод тощо.

На відміну від земель, лісів, різних корисних копалин, які можуть використовуватись локально, водні ресурси, як правило, локально не використовуються. В межах великих річкових, озерних чи морських басейнів вони утворюють певну фізичну та господарську єдність, при якій неправильне використання їх в одній частині (наприклад, у верхів'ях річок)

відбивається на стані в інших частинах (наприклад, у нижніх). Через те що багато річкових басейнів охоплюють території кількох областей чи районів, місцеві органи виконавчої влади кожного із територіальних утворень не в змозі комплексно вирішування питання використання і охорони вод у межах усього басейну. Тому спеціальне державне управління використанням вод здійснюється разом із місцевим. Таке поєднання надає можливість через спеціальні органи за участі місцевих органів влади на високому науковому і організаційному рівні з урахуванням місцевих інтересів та особливостей компетентно вирішувати питання, пов'язані з регулюванням, використанням та охороною водних ресурсів.

Державний контроль за використанням та охороною вод і відтворенням водних ресурсів здійснюється Кабінетом Міністрів України, державними органами охорони природного середовища, іншими спеціально уповноваженими органами відповідно до законодавства України. Контроль за використанням та охороною вод можуть здійснювати і громадські організації та об'єднання, а нагляд за дотриманням законодавства про охорону водних ресурсів здійснює Генеральний прокурор України та підпорядковані йому органи прокуратури.

Основним завданням контролю є перевірка водогосподарської та водоохоронної діяльності водокористувачів і дотримання всіма міністерствами та відомствами, державними, кооперативними, приватними, громадськими підприємствами, організаціями, установами і громадянами встановленого порядку користування водами, виконання обов'язків з охорони вод, попередження і ліквідації їх шкідливої дії, правил ведення обліку вод, а також інших вимог, встановлених природоохоронним і водним законодавством.

Значну допомогу органам державного контролю в їх практичній роботі надають громадські організації та окремі громадяни.

Велике значення в справі охорони та раціонального використання водних ресурсів має природоохоронне і водне законодавство. Відносини у галузі охорони водних ресурсів (як і природного середовища в цілому) в Україні регулюються Законом України про охорону навколишнього природного середовища та Водним кодексом України.

Законом, зокрема, визначаються основні принципи охорони природних ресурсів і право власності на них, повноваження Рад народних депутатів, органів державного управління та громадських об'єднань у галузі охорони природного середовища.

Водне законодавство покликане регулювати правові відносини і активно сприяти найефективнішому, науково обґрунтованому раціональному використанню водних ресурсів, їх охороні від забруднення, засмічення та вичерпання.

Водний кодекс України, затверджений Верховною Радою України у

червні 1995 р., покликаний сприяти формуванню водно-екологічного правопорядку і забезпеченню екологічної безпеки населення нашої держави, а також більш ефективному, науково обґрунтованому використанню водних ресурсів та їх охороні від забруднення, засмічення і вичерпання. Він містить 112 статей, згрупованих у шести розділах.

У першому розділі (статті 1 — 11) дається визначення основних термінів, сформульоване завдання водного законодавства, перераховуються водні об'єкти, які становлять водний фонд України, наводиться їх поділ на водні об'єкти загальнодержавного і місцевого значення, визначається компетенція Верховної Ради України, Верховної Ради Автономної Республіки Крим, обласних, Київської та Севастопольської міських, районних, сільських, селищних, міських і районних у містах Рад народних депутатів у галузі регулювання водних відносин і вказуються права громадян та їх об'єднань у здійсненні заходів щодо використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів. У статті 6, зокрема, вказується, що води (водні об'єкти) є виключно власністю народу України і надаються тільки у користування.

Другий розділ Водного кодексу (статті 12—41) присвячений державному управлінню та контролю у галузі використання й охорони вод і відтворення водних ресурсів. Вказується, що державне управління здійснюють Кабінет Міністрів України, Уряд Автономної Республіки Крим, місцеві ради народних депутатів та їх виконавчі комітети, спеціально уповноважені органи державної виконавчої влади та інші державні органи. Визначені компетенції державних органів у галузі управління та контролю за використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів.

Контроль за використанням і охороною вод здійснюють як державні органи, так і громадські (громадські інспектори охорони навколишнього природного середовища).

У цьому розділі йдеться також про державний облік вод, державний водний кадастр, економічне регулювання раціонального використання й охорони вод і відтворення водних ресурсів, про стандартизацію та нормування у галузі використання й охорони вод і відтворення водних ресурсів.

У третьому розділі (статті 42—84) розглядається водокористування. Регламентується спеціальне водокористування для задоволення питних і господарсько-побутових потреб населення; для лікувальних, курортних і оздоровчих цілей; для потреб галузей народного господарства (сільського і лісового господарств, промисловості, гідроенергетики, водного транспорту, рибного та мисливського господарств, протипожежних потреб).

У ряді статей наведено умови скидання оборотних (стічних) вод у водні об'єкти. Скидання цих вод дозволяється лише за умови дотримання

граничнодопустимої концентрації та встановлених нормативів граничнодопустимого скидання забруднюючих речовин.

Встановлено також порядок експлуатації водогосподарських систем і користування річками.

Четвертий розділ присвячений охороні вод (статті 85—108). У ньому йдеться про користування землями водного фонду, водоохоронні зони, прибережні захисні смуги, смуги відведення, берегові смуги водних шляхів, зони санітарної охорони та про охорону водних об'єктів природно-заповідного фонду. У ряді статей розглядаються питання охорони вод від забруднення, засмічення і вичерпання. Водним кодексом забороняється вводити в дію нові підприємства, не забезпечені очисними спорудами, що запобігають забрудненню і засміченню вод або їх шкідливій дії, а також здійснювати усякі проекти без оцінки їх впливу на стан вод. Забороняється скидати у водні об'єкти виробничі, побутові, радіоактивні та інші види відходів і сміття.

У п'ятому розділі (статті 109—111) регламентується порядок вирішення спорів з питань використання й охорони вод і відтворення водних ресурсів та наведено перелік порушень водного законодавства, за які підприємства, установи, організації та громадяни України, а також іноземні юридичні і фізичні особи несуть відповідальність та зобов'язані відшкодувати завдані ними збитки.

У шостому розділі (стаття 112) йдеться про застосування норм міжнародних договорів у разі, коли міжнародним договором за участю України встановлено інші норми, ніж ті, що передбачені водним законодавством України.

У відповідність з новим Водним кодексом приведені законодавчі та інші нормативні акти держави, рішення Уряду України, нормативні акти міністерств і відомств. Науково-дослідними інститутами та іншими спеціалізованими установами розробляються підзаконні акти до Водного кодексу (їх більше 20), які, після погодження і затвердження в установленому порядку, становлять механізм реалізації вимог Водного кодексу України.

4.6 Управління водними ресурсами в умовах введення басейнового принципу.

Україна – одна з найменш забезпечених водою європейських держав: на одного її мешканця припадає близько 1 тис. м³ води на рік. Існує невідповідність між попитом на воду та можливостями його задоволення як за кількістю, так і за якістю. Проблема водокористування в країні набула загальнодержавного значення. Водні ресурси дедалі більше стають головним лімітуючим фактором у розвитку і розміщенні продуктивних сил. Для України характерні глибинні диспропорції загальнодержавних і

регіональних економічних структур, невідповідність між розміщенням природно-ресурсного та соціально-економічного потенціалу. Високий рівень концентрації промислового виробництва, значна розораність території країни, деформована структура народного господарства, відсутність екологічного регулювання господарської діяльності протягом десятиріч, недосконала водогосподарська політика призвели до негативних екологічних наслідків [13].

Через надмірне антропогенне навантаження на поверхневі та підземні води, яке зросло внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС, екологічний стан водних об'єктів у багатьох регіонах країни характеризується як кризовий. Передумови незадовільної еколого-водогосподарської ситуації, що склалася в Україні, закладено насамперед у системі управління в галузі охорони та використання водних ресурсів, яка була сформована за часів колишнього Радянського Союзу і відповідала умовам екстенсивного розвитку його економіки. Сумарне техногенне навантаження на довкілля України в колишньому СРСР у 10 разів перевищувало загальносоюзне. Для того періоду характерним було постійне збільшення обсягів виробництва базовими галузями господарського комплексу, а також процес територіальної концентрації ресурсоемних, багатовідходних, а також особливо небезпечних виробництв при високій щільності населення, недостатність асигнувань на природоохоронну, у тому числі й водоохоронну, діяльність. Головними принципами управління в галузі використання і охорони вод і відтворення водних ресурсів були дотримання лімітів водокористування та скидання забруднювальних речовин. В умовах мінімальної плати за спеціальне водокористування та за скидання забруднювальних речовин підприємства не мали зацікавленості у впровадженні нових ресурсо- та енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій. Відсутність технологічного регулювання та економічного важеля призвели до використання в промисловості й сільськогосподарському виробництві застарілих технологій, морально застарілого обладнання з вичерпаним ресурсом, що негативно впливало на довкілля. Нині ситуація ще більш ускладнилася у зв'язку з економічною кризою в країні [14]. Складна еколого-водогосподарська ситуація в Україні пов'язана також з недосконалістю законодавчо-правової бази водоохоронної діяльності. До її основних недоліків можна віднести: недосконалість організаційної структури управління охороною та використанням водних ресурсів, яка відображає наявність роз'єднаності та суперечливих інтересів різних відомств; нереалістичність нормативної бази водоохоронної діяльності (нормативи якісного стану водних об'єктів значною мірою мали декларативний характер; їх було встановлено без урахування екологічної ситуації, реальних технічних і економічних можливостей, що принципово обмежувало ефективність управління); не досить ефективну систему

економічного механізму водокористування, складний механізм розрахунку платежів, низький рівень контролю звітності; складну систему фінансування водоохоронних заходів; недосконалість системи моніторингу об'єктів довкілля і, як наслідок, недостатню повноту та достовірність екологічної інформації, необхідної для управління; недостатню розробленість механізму забезпечення гласності та участі широкої громадськості в процесі вироблення і прийняття рішень у галузі використання, охорони вод і контролю за виконанням цих рішень [15].

Не останню роль у деградації водних екосистем України відіграв водогосподарський підхід до використання водних ресурсів і регламентації антропогенного навантаження на водні об'єкти та їхні водозбірні території. Ліміти водокористування, побудовані на водогосподарських балансових розрахунках, не несли ніякого екологічного навантаження, що призводило до порушення здатності водних екосистем до самоочищення та саморегулювання, погіршення умов відтворення водних ресурсів. Після набуття Україною незалежності в 1991 р. розпочався процес розвитку власного екологічного законодавства та системи управління охороною довкілля [16]. Регулювання водних відносин в Україні здійснюється на базі Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" (1991) та Водного кодексу України (1995) з урахуванням Основ законодавства України про охорону здоров'я, Закону "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення" і низки інших законодавчих актів. Відносини щодо використання та охорони земельних, мінеральних, лісових ресурсів, а також рослинного і тваринного світу, територій та об'єктів природно-заповідного фонду, атмосферного повітря, виключно (морської) економічної зони та континентального шельфу України, що виникають під час користування водними об'єктами, регулюються відповідним законодавством України.

Державне управління в галузі використання і охорони та відтворення водних ресурсів здійснюють Кабінет Міністрів України, місцеві ради народних депутатів та їхні виконавчі комітети, спеціально уповноважені органи державної виконавчої влади та інші державні органи відповідно до законодавства України. Використання вод в Україні здійснюється в порядку *загального і спеціального водокористування*, для потреб гідроенергетики, водного та повітряного транспорту. Загальне водокористування здійснюється громадянами для задоволення їхніх потреб (купання, плавання на човнах, аматорське та спортивне рибальство, водопій тварин, забір води з водних об'єктів без застосування споруд або технічних пристроїв і з криниць) безкоштовно, без закріплення водних об'єктів за окремими особами та без надання відповідних дозволів. З метою охорони життя і здоров'я громадян, охорони довкілля та з інших передбачених законодавством підстав районні та міські ради народних депутатів за поданням державних органів охорони довкілля, водного

господарства, санітарного нагляду та інших спеціально уповноважених державних органів установлюють місця, де забороняється купання, плавання на човнах, забір води для питних або побутових потреб, водопій тварин, а також за певних підстав визначають інші умови, що обмежують загальне водокористування на водних об'єктах, розташованих на їхній території. Місцеві ради народних депутатів зобов'язані повідомляти населення про встановлені ними правила, що обмежують загальне водокористування. На водних об'єктах, наданих в оренду, загальне водокористування допускається на умовах, установлених первинним водокористувачем за погодженням з органом, який надав водний об'єкт в оренду. Спеціальне водокористування – це забір води з водних об'єктів із застосуванням споруд або технічних пристроїв і скидання в них зворотних вод [17]. Воно здійснюється юридичними і фізичними особами насамперед для задоволення питних потреб населення, а також для господарсько-побутових, лікувальних, оздоровчих, сільськогосподарських, промислових, транспортних, енергетичних, рибогосподарських та інших державних і громадських потреб. Згідно зі ст. 35 Водного кодексу України в галузі використання й охорони вод і відтворення водних ресурсів має бути сформована нова система нормативів, центральне місце в якій приділяється екологічним нормативам якості води водних об'єктів, нормативам екологічної безпеки водокористування та галузевим технологічним нормативам утворення речовин, що скидаються у водні об'єкти. Процес створення цієї системи поки що перебуває на початковому етапі. Водний кодекс України передбачає також удосконалення системи державного моніторингу вод, екологічної експертизи, державного та громадського контролю за використанням, охороною та відтворенням водних ресурсів, державного обліку вод і державного водного кадастру. Роботи в цьому напрямку проводяться.

Організаційно-економічні заходи щодо забезпечення раціонального використання і охорони та відтворення водних ресурсів згідно з Водним кодексом передбачають:

1. Видачу дозволів на спеціальне водокористування.
2. Установлення нормативів плати і розмірів платежів за забір води та скидання забруднювальних речовин.
3. Установлення нормативів плати і розмірів платежів за користування водами гідроенергетики та водного транспорту.
4. Надання водокористувачам податкових, кредитних та інших пільг у разі впровадження ними маловідходних, безвідходних, енерго- та ресурсозберігаючих технологій, здійснення відповідно до законодавства інших заходів, що зменшують негативний вплив на води.
5. Відшкодування в установленому порядку збитків, заподіяних водним об'єктам у разі порушення вимог законодавства.

У процесі проведення еколого-економічних реформ в Україні

встановлено ціни за спеціальне використання водних ресурсів, запроваджено економічну відповідальність за забруднення довкілля, у тому числі водних об'єктів. Здійснюється цільове бюджетне фінансування природоохоронних заходів із державного бюджету України за спеціальним розділом "Охорона навколишнього природного середовища". Сформовано систему позабюджетних фондів. На сьогодні в країні діє близько 30 нормативно-правових документів, які містять норми економічної відповідальності за порушення законодавства про охорону і раціональне використання природних ресурсів, а також плату за їхнє використання.

Правом економічних санкцій наділено Міністерства екології та природних ресурсів, Міністерство охорони здоров'я, Міністерство внутрішніх справ і органи Прокуратури, Державний комітет у справах охорони державного кордону України, міністерства і відомства, які відповідають за експлуатацію й охорону окремих конкретних компонентів природних ресурсів (грунтів, надр, лісів тощо). Однак існує дуже складна структура розподілу зібраних коштів між місцевим і державним бюджетами, бюджетним фондом охорони навколишнього природного середовища та фондами для охорони і відновлення компонентів довкілля. Не менш складною є система фінансування природоохоронних заходів із цих фондів, а також із коштів держбюджету. Не всі нормативи відрахувань мають чітке законодавче визначення. Через недоліки в діючій системі управління природокористуванням багато підприємств ухиляється від платежів або відраховує їх не повністю. В Україні поки що не виконується головний принцип доцільності стягнення плати: у зв'язку з дефіцитом бюджету кошти в основному не повертаються підприємствам для фінансування природоохоронних заходів і впровадження нових технологій. При досягненні стабілізації економіки необхідно домогтися, щоб підприємець був зацікавлений у зменшенні плати, а отже, і в зменшенні використання і забруднення вод. Важливим завданням є також трансформація лімітів водоспоживання в екологічні нормативи забору води з водних об'єктів і впровадження у водоохоронну практику методики визначення нормативів гранично допустимих скидів (ГДС) на основі використання екологічних нормативів якості води. До проблем, що можуть бути розв'язані за допомогою цих заходів, належать: установлення поточних вимог щодо збереження наявного стану водних об'єктів і перспективних завдань, щодо поступового поліпшення якості води водних об'єктів, збереження та відновлення їхньої водності. Екологічний підхід до використання води як обмеженого та вразливого ресурсу, поєднання в державній водогосподарській політиці регіональних і басейнових програм водокористування з обґрунтованим вибором пріоритетів мають важливе значення для поліпшення еколого-водогосподарської ситуації в Україні та забезпечення переходу країни на модель сталого розвитку, яка характеризується збалансованим розв'язанням соціально-економічних

проблем і завдань збереження довкілля й природних ресурсів для нинішнього і майбутнього поколінь. Досягнення цієї мети згідно з "Концепцією екологічного регулювання в галузі охорони та ощадливого використання водних ресурсів" пов'язано з невідкладним вирішенням таких пріоритетних завдань:

1. Створення та вдосконалення правових основ у галузі охорони та раціонального використання водних ресурсів, нормативів і правил.
2. Введення екологічного ліцензування.
3. Створення інфраструктури екологічного моніторингу вод.
4. Жорсткий екологічний контроль дотримання умов ліцензій.
5. Установлення економічно й екологічно обґрунтованих нормативів плати за спеціальне водокористування.

Прагнення України стати в майбутньому членом Європейського Союзу передбачає наближення її законодавства та вдосконалення системи управління в галузі використання й охорони та відтворення водних ресурсів відповідно до вимог ЄЕС. На цьому шляху ще багато невирішених проблем, проте слід зазначити, що правове регулювання процесу гармонізації законодавства та системи управління водними ресурсами України з європейськими вступило в нову фазу, яка характеризується зростанням уваги держави до цих питань [18].

Одночасно з розробкою водної політики держави, яка має бути спрямована на зближення з водною політикою Європейського Союзу необхідно розвивати басейнову систему управління водними ресурсами. Згідно зі ст. 13 Водного кодексу України державне управління в галузі використання й охорони вод і відтворення водних ресурсів повинно здійснюватися за *басейновим принципом* на основі міждержавних, державних і регіональних програм використання й охорони вод і відтворення водних ресурсів. На сьогоднішній день у країні формуються методологічні та методичні засади цього підходу, розробляються басейнові програми з екологічного оздоровлення басейнів окремих водних об'єктів. Проте через відсутність необхідної інституційної структури та відповідного нормативно-правового забезпечення басейнове управління в Україні не досягло того рівня, який існує в розвинених країнах. Як свідчить досвід розвинених країн, басейнове водне управління має суттєві переваги перед територіально- адміністративними у впровадженні водної політики, зосереджуючи в одних руках як повну відповідальність за стан вод басейну, так і всі необхідні важелі регулювання, і в першу чергу – фінансові. Доцільність басейнового принципу управління водними ресурсами безперечна і не потребує додаткового обґрунтування, оскільки він витримав багаторічну перевірку на практиці в багатьох країнах, зокрема в Європі. Упровадження басейнового принципу управління водними ресурсами в Україні викликано такими чинниками:

- невизначеність відповідальності за стан водних об'єктів та якість

води в них, що вимагає створення єдиного органу управління з покладанням на нього такої відповідальності;

- недосконалість нормативно-правового забезпечення управління водокористування, охороною вод і відтворенням водних ресурсів, що вимагає внесення змін і доповнень до водного законодавства з метою суттєвого збільшення в ньому норм прямої дії та усунення існуючих недоліків;

- невідповідність платежів (зборів) за використання та забруднення вод потребам на їхню охорону та відтворення;

- незадовільність механізмів економічного стимулювання водокористувачів щодо економії води, упровадження новітніх технологій для зменшення скидання забруднених стічних вод до водних об'єктів, що вимагає створення зрозумілого для водокористувачів механізму такого перерозподілу серед них коштів, які збираються за спеціальне водокористування, який би відповідав їхньому внеску у справу охорони вод і відтворення водних ресурсів;

- недосконалість інформаційного забезпечення басейнового управління, що вимагає створення і постійного підтримування басейнової бази даних щодо водокористування, охорони вод і відтворення водних ресурсів.

Головною проблемою, від розв'язання якої залежить ефективність басейнового управління, полягає у створенні та забезпеченні функціонування такого фінансового механізму, який би гарантував безпосередній зв'язок між платою за водокористування і фінансуванням пріоритетних водоохоронних заходів у межах басейну. Перед Державним агентством водних ресурсів України стоїть одне з головних завдань – створення методологічних основ басейнової системи управління водними ресурсами. На сьогоднішній день у складі агентства є вісім басейнових управлінь водних ресурсів (у басейнах річок Дніпра, Десни, Росі, Дністра–Прута, Тиси, Сіверського Дінця, Південного Бугу, Західного Бугу) [19].

Питання для самоперевірки

1. Які фактори зумовлюють зміни якості водних ресурсів?
2. Що розуміють під охороною водних ресурсів та які заходи для цього проводяться?
3. Які водоохоронні заходи необхідно провести для вирішення проблеми охорони водних ресурсів?
4. У чому проявляється шкідлива дія вод та які є способи боротьби з нею?
5. Що таке водоохоронні зони вздовж річок, які їх розміри?
6. Дайте визначення поняттю «відтворення водних ресурсів». Які заходи

мають проводитися для цього?

7. Які органи здійснюють державне управління та контроль у галузі використання й охорони вод. Їх компетенція?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
2. Захарова М.В. Гідроекологічні основи водного господарства. Практикум: Навчальний посібник. – Одеса: «Екологія», 2010. – 110 с.
3. Захарова М.В. Гідроекологічні основи водного господарства: Конспект лекцій. – Одеса:, 2011. – 128 с.
4. Колодєєв Є.І. Раціональне використання і охорона водних ресурсів: Конспект лекцій – : ОДЕКУ, 2008. – 140 с.
5. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти. – ВЦ «Київський університет», 1999. – 319 с.
6. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ, 2004.
7. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навчальний посібник. – К.: Т-во «Знання», 2007. – 422 с.
8. Промислова екологія: Навчальний посібник / С.О. Апостолук, В.С. Джигирей, А.С. Апостолук та ін. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
9. Агроєкологія: Навчальний посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін. – К: Вища освіта, 2006. – 671 с.
10. Грабак Н.Х., Топіха І.Н., Давиденко В.М., Шевель І.В. Основи ведення сільського господарства та охорона земель: Навчальний посібник. – К.: ВД «Професіонал», 2006. – 496 с.
11. М.О.Клименко, С.С. Трушева, Ю.Р. Гроховська Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем. Навчальний посібник. Рівне, 2004. – 211 С.
12. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты / В. Д. Романенко, О. П. Окснюк, В. Н. Жукинский и др. - К.: Наук, думка, 1990. - 256 с.
13. Васенко О. Г. Комплексне планування та управління водними ресурсами : монографія / О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко. – К. :Ін-т географії НАН України, 2001. – 367 с.
14. Концепція екологічного регулювання в галузі охорони та ощадливого використання водних ресурсів. – К. : Мінекобезпеки України, 1996. – 20 с.
15. Сташук В. А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами / В. А. Сташук. – Дніпропетровськ : Зоря, 2006. – 480 с.
16. Яцик А. В. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління : підручник / А. В. Яцик, Ю. М. Грищенко, Л. А. Волкова, І. А. Пашенюк. – К. : Генеза, 2007. – 360 с.
17. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: У 4 т., 7 кн. – К.: Генеза, 2004. – Т. 2, кн. 3-4. – С. 228.

18.Сташук В. А. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом : монографія /В. А. Сташук, В. Б. Мокін, В. В. Гребінь та ін. – Херсон, 2014. – 320 с.

19.Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посібник / В. К. Хільчевський, М. Р. Забокрицька, Р. Л. Кравчинський, О. В. Чунарьов / за ред. В. К. Хільчевського –К. : ВПЦ "Київський університет", 2015. – 172 с.

Даус М. Є., Отченаш Н. Д.

**ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВОДНОГО
ГОСПОДАРСТВА, РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ТА
ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ**

Навчальне видання

**Даус Марія Євгенівна,
Отченаш Наталія Дмитрівна**

**ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВОДНОГО
ГОСПОДАРСТВА, РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ТА
ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ**

Конспект лекцій

Підп. до друку
Умовн. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15
