



Вороняк В.В.
**«Водопостачання, водовідведення
та якість води»**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Кафедра гігієни, санітарії та загальної ветеринарної профілактики
імені М.В. Демчука

Вороняк В.В.

Збірник лекцій з навчальної дисципліни
«Водопостачання, водовідведення
та якість води»

для здобувачів вищої освіти ОПШ
«Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза»

ЛЬВІВ – 2021

УДК 625.823.5:631.672:504.864.3

Вороняк В.В. Збірник лекцій із навчальної дисципліни «Водопостачання, водовідведення та якість води» для здобувачів вищої освіти ОПП «Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза» Львів : ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, 2021.
- 144 с.

Рецензенти:

Пеленьо Р.А. - доктор ветеринарних наук, професор кафедри мікробіології та вірусології ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького

Кушнір І.М. - завідувач лабораторії бактеріологічного контролю якості і безпечності ветеринарних препаратів, старший науковий співробітник, доктор ветеринарних наук ДНДКІ ветеринарних препаратів і кормових добавок

Збірник лекцій з навчальної дисципліни «Водопостачання, водовідведення та якість води» складено згідно робочої програми. У навчальному посібнику показано роль складу води у процесах життєдіяльності людського організму, наукове обґрунтування гігієнічних нормативів якості питної води, висвітлено основні технологічні аспекти систем водопостачання, розкрито питання санітарної охорони водних об'єктів, наведено характеристику систем і схем водовідведення, методи очистки та умови скидання стічних вод у водні об'єкти.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри гігієни, санітарії та загальної ветеринарної профілактики імені М.В. Демчука від 2. 06. 2021 р., протокол № 13.

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою факультету ветеринарної гігієни, екології та права Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, протокол № 8 від 24. 06. 2021 р.

© В.В. Вороняк, 2021

ВСТУП

Забезпечення населення доброякісною водою в достатній кількості має велике гігієнічне значення. Вона бере безпосередню участь практично у всіх життєво важливих процесах в організмі. Без неї неможливе життя. Через недоброякісну воду можуть передаватися інфекційні, інвазійні та виникати неінфекційні захворювання хімічної етіології, в тому числі ендемічні. Вода необхідна для проведення комплексу санітарно-гігієнічних, господарських і технологічних заходів в багатьох сферах діяльності людини.

Позитивну роль у збереженні та зміцненні здоров'я людей, в профілактиці хвороб, у створенні належних санітарно-побутових умов вода може виконувати лише за відповідності її якості певним вимогам. До кожного типу води пред'являють науково обґрунтовані гігієнічні нормативи якості води і правила контролю за їх дотриманням. Створено та впроваджено в практику відповідний нормативний документ (Державний стандарт), яким повинен керуватися лікар, що дає гігієнічний висновок про якість води.

Принципово важливим завданням гігієни води та водопостачання населених місць є гігієнічно обґрунтований вибір джерела, вимоги до влаштування і експлуатації головних споруд водопроводу з джерел водопостачання.

В сучасних умовах забруднення водних ресурсів є різноманітним, що призводить до деградації водойм, погіршення стану підземних вододжерел, а відтак до дефіциту якісних прісних вод.

Особливе значення це питання має для України, яка за ступенем водозабезпечення займає одне з останніх місць серед країн Європи, а за водоємністю валового суспільного продукту випереджає їх.

У зв'язку з цим у розвинутих країнах світу, в тому числі в Україні, проводяться інтенсивні роботи щодо боротьби із забрудненням водних джерел, охорони гідросфери, впровадження прогресивних технологій очищення, знезаражування і контролю якості води.

Для вирішення проблеми раціонального водопостачання населених місць важливе значення має правильно організований і систематичний санітарний нагляд, який здійснюється у двох формах: попереджувального та поточного.

Для забезпечення санітарно-епідеміологічної надійності джерел централізованого господарсько-питного водопостачання та водопровідних очисних споруд встановлюють ЗСО, основним завданням яких є охорона від забруднення джерел централізованого водопостачання, місць водозабору, а також водопровідних споруд та прилеглих територій.

Система водовідведення забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні умови й високий рівень зручностей для праці, побуту і відпочинку населення, а також підтримку в необхідному стані об'єктів водокористування. Тому, передбачений

випуск очищених стічних вод в поверхневі водойми без порушення їх природного стану згідно Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами», «Правилами санітарної охорони прибережних районів морів», а також обробка осаду стічних вод з метою подальшої його утилізації.

Гігієнічні умови до якості води поверхневих водойм залежно від видів водокористування в нашій країні регламентовані СанПіН № 4630-88, «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами». У кожному документі передбачено здійснення розрахунків умов випуску стічних вод в конкретну водойму.

Незважаючи на вище викладене, у наш час виникають серйозні труднощі при забезпеченні населення якісною питною водою через різке погіршення стану основних джерел водопостачання України внаслідок їх виснаження, забруднення, недосконалі технології водопідготовки і знезараження тощо.

Постанови і закони, прийняті Верховною Радою і урядом України, зокрема Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 рр, спрямовані на раціональне використання, економну витрату води й запобігання виснаженню водних резервів. При цьому наголошується на необхідності прискорення темпів будівництва водоохоронних об'єктів, збільшення потужності систем оборотного і повторного використання вод, розроблення і впровадження на підприємствах безстічних систем водокористування, поліпшення якості питної води. Великого значення надається охороні водних джерел від забруднення і виснаження та створенню автоматизованих систем управління водогосподарськими комплексами.

Вирішення проблеми забезпечення населення питною водою гарантованої якості можливе лише шляхом впровадження сучасних технологій, споруд, реагентів, матеріалів та обладнання, а також відновленням систем розподілу питної води.

Завданням навчальної дисципліни є теоретична і практична підготовка студентів з питань впливу неякісної води на організм людини, вибору, призначення та принципів функціонування основних елементів систем водопостачання та водовідведення, вивчення основних положень та вимог державних стандартів до систем водопостачання і водовідведення.

ОСНОВНІ ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ

Вода питна — харчовий продукт, придатний для споживання людиною.

Виробництво питної води — забір води з джерел питного водопостачання та доведення її якості до вимог на питну воду.

Водопровідна мережа - система трубопроводів, відповідних споруд та устаткування для розподілу і подачі питної води споживачам.

Джерело питного водопостачання — водний об'єкт, вода якого використовується для питного водопостачання після відповідної обробки або без неї.

Нормативи питного водопостачання — розрахункова кількість питної води, яка необхідна для забезпечення питних, фізіологічних, санітарно-гігієнічних та побутових потреб однієї людини протягом доби у конкретному населеному пункті, на окремому об'єкті або транспортному засобі при нормальному функціонуванні систем питного водопостачання, при їх порушенні та при надзвичайних ситуаціях техногенного або природного характеру.

Водокористування — згідно з “Водним кодексом України” це використання вод (водних об'єктів) для задоволення потреб населення і галузей економіки.

Використання вод здійснюють водокористувачі і водоспоживачі.

Водокористувачі — це галузі народного господарства, які не забирають воду з водного об'єкта, або ж забирають її на короткий час і знову повертають; при цьому може змінюватися режим водойми. До них відносяться гідроенергетика, водний транспорт, рибне господарство, рекреація.

Водоспоживачі — це галузі народного господарства, які забирають воду з водного об'єкта і зовсім не повертають або ж повертають в іншому місці, іншої кількості та іншої якості. До них належать зрошувальне землеробство, комунальне і промислове водопостачання, теплоенергетика.

Система питного водопостачання — сукупність технічних засобів, включаючи мережі, споруди, устаткування (пристрої), для централізованого та нецентралізованого питного водопостачання.

Централізоване питне водопостачання — господарська діяльність із забезпечення споживачів питною водою за допомогою комплексу об'єктів, споруд, розподільних водопровідних мереж, пов'язаних єдиним технологічним процесом виробництва та транспортування питної води.

Нецентралізоване питне водопостачання — забезпечення індивідуальних споживачів питною водою з джерел питного водопостачання, за допомогою пунктів розливу води (в тому числі пересувних), застосування установок (пристроїв) підготовки питної води та постачання фасованої питної води.

Підприємство питного водопостачання — суб'єкт господарювання, що

здійснює експлуатацію об'єктів централізованого питного водопостачання, забезпечує населення питною водою за допомогою пунктів розливу (в тому числі пересувних), застосування установок (пристроїв) підготовки питної води та виробництво фасованої питної води.

Водовідведення — послуга, яка передбачає відведення стічних вод з територій промислових і сільськогосподарських підприємств, жилих будівель (квартири, приватного будинку) за допомогою інженерних санітарно-технічних приладів та каналізаційної мережі.

Централізоване водовідведення — господарська діяльність із відведення та очищення комунальних та інших стічних вод за допомогою комплексу об'єктів, споруд, колекторів, трубопроводів, пов'язаних єдиним технологічним процесом.

Каналізація — це комплекс інженерних споруд, обладнання і санітарних заходів, які забезпечують забір і відведення за межі населених пунктів і промислових підприємств забруднених стічних вод, а також їх очистку і знезараження перед утилізацією чи скиданням у водойми. Виділяють внутрішню і зовнішню каналізацію. Внутрішня каналізація служить для прийому стічних вод у місцях їх утворення і відведення їх з будинків у зовнішню каналізаційну мережу. Елементами внутрішньої каналізації є санітарні прилади, відвідні труби, стояки та випуски із споруд.

Каналізаційна мережа — це сукупність підземних трубопроводів і колекторів для прийому і відведення стічних вод з території населених пунктів і промислових підприємств до місця розташування очисних споруд.

Очисні споруди системи каналізації є комплексом інженерних споруд у системі каналізації населеного пункту чи промислового підприємства, призначеним для очистки стічних вод від забруднюючих речовин, які в них містяться. Метою очистки є підготовка стічних вод до використання на підприємстві чи до скидання їх у водні об'єкти.

Поверхнєве водовідведення — поширений метод водовідведення на промислових та жилих територіях, де необхідно відведення дощової, талої та іншої надмірної вологи. Нормативно, система поверхневого водовідведення визначається як система для збору та відведення поверхневих стічних вод із улаштуванням відповідних споруд в залежності від кліматичних, гідрологічних умов та рельєфу.

Водоочистка — це комплекс технологічних процесів, які спрямовані на доведення якості води, що надходить у водопровід з джерела водопостачання, до встановлених показників.

Водопідготовка — це обробка води, яка надходить з природного джерела постачання для живлення парових котлів та інших технологічних цілей.

ТЕМА 1. ГІГІЄНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ, СКЛАД ПРИРОДНОЇ ВОДИ

ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМИ

1. Типи води, гігієнічні вимоги.
2. Склад природної води та її вплив на організми.
3. Гігієнічне значення води.
 - 3.1. Фізіологічне значення води.
 - 3.2. Епідемічне значення води.
 - 3.3. Ендемічне значення води.
 - 3.4. Гігієнічне значення техногенного забруднення води хімічними речовинами.
4. Господарсько-побутове та народногосподарське значення води.
5. Державно-правова політика у сфері регулювання водних відносин в Україні.

У наш час виникають серйозні труднощі при забезпеченні населення якісною питною водою через різке погіршення стану основних джерел водопостачання України внаслідок їх забруднення, а також застосування недосконалих технологій водопідготовки, що призводить до утворення в питній воді значної кількості високотоксичних хлорорганічних сполук, які мають кумулятивну і канцерогенну дію.

Згідно з рішенням уряду України в 1991 р. розпочато виконання науково-соціальної програми “Питна вода” за трьома основними напрямками:

- 1) забезпечення населення чистою артезіанською водою з наявних запасів і дослідження можливості розширення її використання (в тому числі за рахунок кондиціонування підземних вод);
- 2) створення і впровадження високоефективних індивідуальних пристроїв для отримання якісної питної води;
- 3) інтенсифікація існуючих і розробка нових технологій отримання чистої питної води на водопровідних станціях.

1. Типи води, гігієнічні вимоги

Гігієнічні вимоги до показників якості води залежать від призначення води, тобто від того, з якою метою її будуть використовувати. Тому з практичної точки зору розрізняють 7 типів води:

I тип — водопровідна вода, що подається населенню централізованим господарсько-питним водопроводом для питних і господарсько-побутових потреб;

II тип - вода з шахтних колодязів і каптажів, яку населення використовує так само, як і воду I типу, але в умовах децентралізованого місцевого водопостачання;

III тип — вода підземних (міжпластових напірних (артезіанських) або не

напірних) і поверхневих (річок, прісних озер, водосховищ) джерел централізованого господарсько-питного водопостачання;

IV тип - гаряча вода, що подається централізованим водопроводом;

V тип - мінеральна вода, яка використовується для лікування хворих;

VI тип — технічна вода, що подається технічним водопроводом на промислове підприємство;

VII тип — вода спеціального призначення, що застосовується у фармацевтичній промисловості для приготування ліків, на підприємствах мікробіологічного синтезу в текстильному виробництві і т. п. Кожен тип води повинен відповідати певним гігієнічним вимогам:

1. Мати хороші органолептичні властивості, що характеризують запах, смак води, її каламутність, прозорість, кольоровість, забарвлення, температуру, наявність плаваюч. Гігієнічне обґрунтування цих показників приведено вище. Погіршення органолептичних властивостей води створює у людей психологічну підозру небезпеки такої води для здоров'я.

2. Бути нешкідливою за хімічним складом. Вода не повинна містити шкідливих для здоров'я хімічних речовин як природного походження в небезпечних кількостях, так і тих, які надходять зі стічними водами або додаються на водопровідних станціях в якості реагентів під час водопідготовки

3. Не містити патогенних мікроорганізмів та інших збудників захворювань, а також вірусів, яєць гельмінтів, цист найпростіших, які являються збудниками інфекційних захворювань та інвазій.

Гігієнічні вимоги до якості питної води визначаються її фізіологічною роллю в організмі людини, гігієнічним і епідемічним значенням, а також роллю, яку вона грає в побуті, промисловості та сільському господарстві.

Під лікарським висновком про безпеку і небезпеку води мають на увазі офіційний документ, завірений підписом лікаря, що посвідчує юридичну відповідальність за органолептичну, хімічну та епідемічну безпеку води. Таке завдання покладено на лікаря, що має сертифікат фахівця санітарного лікаря чи лікаря-гігієніста.

2. Склад природної води

Вода є простим з'єднанням, яке складається з двох атомів водню і одного атома кисню. Позначається формулою H_2O і має молекулярну масу 18. Останні дослідження свідчать, що вода має більш складну будову, молекули води можуть бути і важкими, якщо в їх склад входять ізотопи водню з атомною масою 2 і 3 (дейтерій і тритій) і кисню з атомною масою 17 і 18. Відносна щільність води, що складається з ізотопів, невелика, цим забезпечується її надзвичайна різноманітність: нині відомо 42 різновиди. Вода має складну кристалічну будову, тобто є структурованою. Кожна молекула води в цілому електрично нейтральна,

але в ній існує перерозподіл зарядів: та сторона, де розміщений атом кисню, більш негативна, а та, де атоми водню, — більш позитивна. Виникає так званий дипольний момент.

З фізико-хімічної точки зору природна вода являє собою складну дисперсну систему, в якій в якості дисперсного середовища виступає вода, а в якості дисперсної фази - гази, мінеральні та органічні речовини, живі організми. Хімічні сполуки у воді поводяться по-різному. Деякі майже не розчиняються, утворюючи зважені речовини, суспензії і емульсії. Інші розчиняються, але в різному ступені. Прості органічні сполуки (сечовина, глюкоза та інші цукри), розчиняючись в воді, знаходяться у вигляді молекулярних розчинів. Складні органічні речовини (білки, вуглеводи, жири) утворюють колоїди. У воді розчинені деякі газоподібні речовини: кисень (O_2), вуглецю діоксид (CO_2), сірководень (H_2S), водень (H_2), азот (N_2), метан (CH_4) тощо.

Гігієнічне значення мікроелементів визначається біологічною роллю багатьох з них, оскільки вони не тільки беруть участь в мінеральному обміні, але і помітно впливають на загальний обмін як каталізатори біохімічних процесів. Доведено біологічне значення для тварин і рослин близько 20 мікроелементів. У фізіології людини досліджена роль 14 з них.

Хімічні речовини у воді водойм можуть бути природного і техногенного, походження.

Крім того, у воді містяться мікроорганізми — бактерії, віруси, гриби, найпростіші, гельмінти. З екологічної точки зору розрізняють ауто – і аллохтонну мікрофлору водойм. Аутохтонна, або водна, група складається з мікроорганізмів, що живуть і розмножуються у воді. Водойми для них є природним середовищем проживання. Алохтонна група складається з мікроорганізмів, що надходять з різними забрудненнями (стічними водами, виділеннями людей і тварин). Серед алохтонних мікроорганізмів можуть зустрічатися як сапрофітні, тобто нормальні, мешканці тіла людини, так і умовно патогенні і навіть патогенні, тобто збудники інфекційних хвороб. Алохтонні мікроорганізми у водоймі практично не розмножуються і з часом відмирають, так як умови водойми не є їх природним середовищем проживання. Тривало може зберігатися алохтонна мікрофлора, що попала у воду з субстратом (фекалії, мокрота та ін.).

Вплив недоброякісної води на здоров'я населення може проявлятися по-різному: 1) у вигляді інфекційних захворювань та інвазій; 2) неінфекційних захворювань хімічної етіології, в тому числі ендемічних; 3) неприємних психічних відчуттів, викликаних поганими органолептичними властивостями води, які іноді досягають такої сили, що люди відмовляються її пити. Саме в попередженні таких негативних наслідків для здоров'я населення складається гігієнічне, в тому числі епідемічне та ендемічне значення води.

3. Гігієнічне значення води

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

Без води неможливе життя. Людина безнеї може прожити всього 5-6 діб. Це пояснюється тим, що тіло людини в середньому на 65% складається з води.

До того ж, чим молодша людина, тим вища відносна щільність води в його організмі: 6-тижневий ембріон людини на 95% складається з води, а у новонароджених її кількість становить 75% маси тіла. До 50 років вода становить 60%. Основна частина води (70%) зосереджена всередині клітини, а 30% — це позаклітинна вода, у складі крові та лімфи (7%) та міжтканинної (інтерстиціальної) рідини (23%). Вміст води в різних тканинах організму не однаковий: у кістковій тканині він становить 20% маси, в м'язовій - 75% , в сполучній — 80%, у плазмі крові — 92%, склоподібному тілі — 99%.

В організмі лише незначна частина води знаходиться у вільному стані.

3.1. Фізіологічне значення води. Без води не відбувається жоден біохімічний, фізіологічний і фізико-хімічний процес обміну речовин і енергії, неможливі травлення, дихання, анаболізм (асиміляція) і катаболізм (дисиміляція), синтез білків, жирів, вуглеводів з чужорідних білків, жирів, вуглеводів харчових продуктів. Вода є універсальним розчинником, тому бере участь практично у всіх життєво важливих процесах: всмоктуванні, транспорті, розщепленні, окисненні, гідролізі, синтезі, осмосі, дифузії, резорбції, фільтрації, виведенні та ін.

Вода і розчинені в ній мінеральні солі підтримують найважливішу біологічну константу організму-осмотичний тиск крові і тканин. Вода забезпечує кислотно-основний стан в організмі, а це впливає на швидкість і напрямок біохімічних реакцій. Вода — основний акумулятор тепла, яке утворюється в організмі в процесі екзотермічних біохімічних реакцій обміну речовин.

Крім того, вода бере участь в підтримці температурного гомеостазу. Під час випаровування 1 г вологи організм втрачає 2,43 кДж (0,6 ккал) тепла.

Потреба організму у воді задовольняється за рахунок питної води, напоїв і продуктів харчування, особливо рослинного походження. Фізіологічна добова потреба дорослої людини у воді (за відсутності фізичних навантажень) в регіонах з помірним кліматом орієнтовно становить 1,5—3 л.

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

Фізіологічна норма споживання води може коливатися залежно від інтенсивності обміну речовин, характеру їжі, вмісту в ній солей, м'язової роботи, метеорологічних та інших умов. Доведено, що на 1 ккал енерговитрат організму необхідно 1 мл води. Крім того, потреба у воді змінюється при певних патологічних

станах. Наприклад, вона зростає при цукровому і нецукровому діабеті, гіперпаратиреозі тощо.

Підтримання водного балансу в організмі людини передбачає не тільки надходження і розподіл води, але і її виведення. У стані спокою вода виводиться через нирки - з сечею (майже 1,5 л/добу), легені - в пароподібному стані (приблизно 0,4 л), кишечник - з фекаліями (до 0,2 л). Втрати води з поверхні шкіри, які значною мірою пов'язані з терморегуляцією, змінюються, але в середньому складають 0,6 л. Таким чином, з організму людини в стані спокою щодоби в середньому виводиться 2,7 л води. При деяких патологічних станах і фізичному навантаженні виділення води посилюється і співвідношення шляхів виведення, наведене вище, змінюється.

Людина гостро реагує на обмеження або повне припинення надходження води в організм. У разі зневоднення організму посилюються процеси розпаду тканинних білків, жирів і вуглеводів, змінюються фізико-хімічні константи крові і водно-електролітного обміну. У центральній нервовій системі розвиваються процеси гальмування, порушується діяльність ендокринної та серцево-судинної систем, погіршується самопочуття, знижується працездатність тощо. При втраті води 5-6% маси тіла частішає дихання, спостерігаються почервоніння шкіри, сухість слизових оболонок, зниження артеріального тиску, тахікардія, м'язова слабкість, порушення координації рухів, парестезії, головний біль, запаморочення. Втрати води, рівні 10% маси тіла, супроводжуються значним порушенням функцій організму: підвищується температура тіла, загострюються риси обличчя, погіршуються зір і слух, кровообіг, можливий тромбоз судин, розвивається анурія, порушується психічний стан, виникає запаморочення, колапс. Втрата води на рівні 15-20% маси тіла смертельна для людини за температури повітря 30 °С, на рівні 25% — за температури 20-25 °С.

Викладене вище переконливо свідчить про те, що вода є одним з найцінніших дарів природи. *І не можна не згадати виразне захоплення водою французького письменника Антуана де Сент-Екзюпері: «Вода! В тебе немає ні смаку, ні кольору, ні запаху, тебе неможливо описати. Тобою насолоджуєшся, не знаючи, що це таке. Не можна сказати, що ти потрібна для життя, ти — саме життя. Ти наповнюєш нас радістю, яку не пояснити нашими почуттями. З тобою повертаються до нас сили, з якими ми вже розпрощалися... ти найбільше багатство на світі».*

У той же час у разі вживання неякісної води створюється реальна небезпека розвитку захворювань. Статистика ВООЗ свідчить, що майже 3 млрд. населення планети користуються недоброякісною питною водою. З більш ніж 2 тис. хвороб техногенного походження 80% виникають внаслідок вживання питної води незадовільної якості. З цієї причини щорічно 25% населення світу ризикують захворіти, приблизно кожен десятий житель планети хворіє, майже 4 млн. дітей і 18 млн. дорослих помирають. Вважається, що з 100 випадків онкологічних

захворювань від 20 до 35 (особливо товстої кишки і сечового міхура) обумовлені вживанням хлорованої питної води. Саме тому надзвичайно важливі гігієнічна роль води та її значення для профілактики інфекційних і неінфекційних захворювань.

3.2. Епідемічне значення води. Роль води в механізмі передачі збудників кишкових інфекцій, розвитку епідемій і пандемій людство усвідомило задовго до відкриття патогенних мікроорганізмів. Проте, сьогодні ця проблема залишається досить актуальною, незважаючи на поширення централізованого водопостачання населених пунктів та удосконалення методів знезараження. При порушенні тих чи інших гігієнічних вимог і санітарних правил як під час організації водопостачання населеного пункту, так і при подальшій експлуатації водопроводу, може виникнути надзвичайно небезпечна, навіть катастрофічна ситуація — спалах водної епідемії, коли інфекційне захворювання одночасно передається сотням і тисячам людей.

Найбільш масові водні епідемії з тяжкими наслідками (порушення громадського здоров'я) пов'язані з можливістю поширення з водою збудників кишкових інфекцій, яким властивий фекально-оральний механізм передачі. Доведено можливість поширення через воду збудників холери, черевного тифу, паратифів А і В, сальмонельозу, шигельозу, ешерихіозу, лептоспірозу, туляремії, бруцельозу. У джерелах водопостачання нерідко виявляють віруси епідемічного гепатиту (хвороби Боткіна), ротавірусного гастроентериту, аденовіруси і ентеровіруси (поліомієліту, Коксакі і ЕСНО), віруси протозойної етіології (амебна дизентерія, лямбліоз). До інфекцій дихальних шляхів, які поширюються фекально-оральним шляхом відносять збудників бактеріальної природи (туберкульоз) та вірусної етіології (аденовірусні інфекції, зокрема ринофарингіт, фарингокон'юнктивальна лихоманка, кон'юнктивіт, ринофаринготонзиліт, риніт). Також через воду можуть передаватись сибірська виразка, Ку-лихоманка, туляремія, лептоспіроз і бруцельоз тощо, з гельмінтозів (трихоцефальоз, аскаридоз, анкілостомідоз, ехінококоз, гіменолепідоз). Внаслідок контакту із забрудненою водою виникають хвороби шкіри і слизових оболонок: трахома, проказа, сибірська виразка, контагіозний моллюск, грибкові захворювання (епідермофітія, мікози та ін). Комахи-переносники, що розмножуються у воді поширюють трансмісивні інфекції (малярія, жовта лихоманка).

Історія знає багато прикладів епідемій, що спалахнули внаслідок споживання забрудненої патогенними мікроорганізмами води з водойм і водопроводів. Це пояснюється як нестачею очисних споруд на водопроводі, так і забрудненням водойм через концентрацію населення в містах.

В сучасних умовах на шляху поширення інфекційних хвороб водним шляхом існує багато перешкод: споруди для очищення і знезараження стічних вод перед їх скиданням у водойми; процеси самоочищення водойм; споруди для очищення і знезараження води на водопровідних станціях. Здавалося б, є всі можливості для ліквідації поширення інфекційних хвороб водним шляхом, проте цього не вдається

досягти протягом багатьох років. Зараз у світі інфекційна захворюваність населення, пов'язана з водопостачанням, перевищує 500 млн. випадків на рік. За даними ВООЗ, щорічно внаслідок низької якості питної води гинуть майже 5 млн. осіб.

Слід підкреслити, що повністю усунути ризик виникнення кишкових інфекцій неможливо, так як вони можуть поширюватися не тільки через воду, але і через забруднену їжу, руки, переноситися мухами і т. п. Внаслідок цього підтримується резервуар хворих і носіїв інфекції та спорадичний рівень захворюваності. Однак статистичні дані переконливо свідчать, що організація раціональної системи водопостачання, очищення і знезараження води на водопроводах сприяє зниженню захворюваності населення кишковими інфекціями в 8-12 разів.

Поширення інфекційних хвороб через воду теоретично і практично можливо тільки при наявності одночасно трьох умов.

По-перше, збудники повинні потрапити в джерело водопостачання. При сучасному розвитку каналізації в населених пунктах і постійній наявності інфекційних хворих та бактеріоносіїв (1-2% населення) ця загроза існує завжди.

По-друге, патогенні мікроорганізми повинні зберігати вірулентність і життєздатність у водному середовищі протягом тривалого часу (табл. 1). Спостереження свідчать про можливість їх тривалого існування поза організмом людини.

Терміни виживання патогенної мікрофлори у воді залежать від ряду факторів:

- тривалість виживання збільшується внаслідок здатності деяких мікроорганізмів (наприклад, бацил сибірської виразки, ботулізму та ін.) при попаданні в зовнішнє середовище утворювати спори як форму збереження виду;
- підвищена стійкість деяких патогенних мікроорганізмів (мікобактерії туберкульозу і лепри) забезпечується за рахунок високого вмісту ліпідів (25-40%) в бактеріальній клітині;
- важливу роль відіграє і кількість мікроорганізмів, які потрапили у воду. Чим вище вихідна доза забруднення, тим триваліші терміни виживання мікробів у воді;
- виживанню патогенних мікроорганізмів сприяє одночасне потрапляння у водойму біологічного субстрату (фекалій, сечі, мокротиння, решток трупів тварин тощо), який є природним середовищем їх проживання;
- збереженню збудників сприяє низька і навіть мінусова температура без періодичного заморожування і відтавання;
- особливості водойми, антагонізм його сапрофітної мікрофлори і різноманітних гідробіонтів, рівень техногенного хімічного забруднення води, комплекс гідрологічних і метеорологічних факторів.

Таблиця 1

Терміни виживання мікроорганізмів у воді (Н.М. Мілявська, 1947), діб

Мікроорганізми	Вода			
	стерильна	водогінна	колодязьна	річкова
Кишкова паличка	8-365	2-262	2-106	21-183
Сальмонели черевного тифу	6-365	2-93	12-107	4-183
Сальмонели паратифу В	39-167	27-371	Даних немає	Даних немає
Шигели дизентерії	2-72	5-27	Даних немає	Даних немає
Холерний вібріон	3-392	4-28	1-92	4-92
Поліовіруси	До 100	Понад 118	Даних немає	Понад 180
Лептоспіри	До 16	До 5	7-75	До 150
Туляремійна паличка	3-15	До 92	12-60	7-31
Бруцели	6-168	5-25	4 - 5	До 10

По-третє, збудники інфекційних хвороб повинні потрапити в організм людини з питною водою. Ця умова може реалізуватися при порушенні технології очищення і знезараження води або правил експлуатації водопроводу. Зокрема, у разі забруднення джерела води на ділянці водозабору внаслідок відведення неочищених або недостатньо очищених стічних вод в поверхневі водойми, проникнення води з розташованих вище горизонтів (поверхневих водойм, верховодки, ґрунтових вод) в міжпластові води при порушенні герметичності водонепроникного перекриття, недотримання режиму очищення і знезараження на водопровідних станціях, незадовільного санітарно-технічного стану водопровідної та каналізаційної мереж, неправильного влаштування та експлуатації водорозбірних колонок і т. п.

Для забруднення води у водопровідній мережі при централізованому водопостачанні необхідні три умови: 1) порушення герметичності водопровідних труб; 2) утворення вакууму в трубах; 3) наявність джерела забруднення поблизу ділянки порушення герметичності водогінної труби. Крім того, інфікування можливе при використанні для пиття та господарсько-побутових потреб води з технічного водопроводу, з цистерн, баків і т.п. Зараження ентеропатогенною мікрофлорою може статися і в разі заковтування води під час купання в поверхневих водоймах або вживання в їжу брудних овочів, що виростили на полях, зрошуваних річковою водою. Лікарям для вибору правильної тактики під час розробки профілактичних заходів і контролю за їх дотриманням, потрібно чітко знати не тільки перераховані вище умови забруднення води, але і *ознаки водних епідемій*.

Основним з них є різке підвищення захворюваності населення, так званий епідемічний спалах. До того ж хворіють люди, які користувалися або одним водопроводом (якщо порушений процес знезараження на водопровідній станції), або однією гілкою водопровідної мережі (якщо забруднення води відбулося в

мережі), або однією колонкою (так звана колонкова епідемія в разі забруднення води в колонці), або одним шахтним колодязем. Захворюваність тривалий час тримається на високому рівні, у міру забруднення води і вживання її населенням. Після проведення комплексу протиепідемічних заходів (ліквідації вогнища забруднення, дезінфекції водопровідних споруд, санації колодязя і т. п.) спалах згасає, захворюваність різко знижується, крива інфекційної захворюваності падає. Однак захворюваність залишається підвищеною (більш високою, чим спорадичний рівень) ще деякий час, тобто спостерігається так званий епідемічний шлейф. Це викликано появою під час спалаху епідемії великої кількості нових потенційних джерел інфекції (хворих і носіїв) та активізацією інших шляхів поширення патогенних мікроорганізмів від цих джерел — контактно-побутових, через забруднені руки, дитячі іграшки, предмети догляду, продукти харчування або живими переносниками (мухами) і т. п.

Крива захворюваності інфекційними хворобами, які викликані недоброякісною водою, має характер, що пов'язано з інкубаційним періодом.

3.3. Ендемічне значення води. Масові захворювання населення інфекційної природи — найбільш загрозливе. Масові ураження можуть мати неінфекційну природу, тобто їх причиною може бути наявність у воді хімічних — як мінеральних, так і органічних домішок.

Проблема впливу хімічного складу води на здоров'я населення давно цікавила вчених, проте перші науково обґрунтовані уявлення про це з'явилися лише на початку ХХ ст.

Видатні ґрунтознавці, геохіміки і біогеохіміки В. І. Вернадський і А. П. Виноградов довели, що недостача або надлишок тих або інших елементів в ґрунті призводить до нестачі або надлишку їх у воді поверхневих і підземних водойм, які формуються на цій території, а внаслідок цього — і в питній воді. Крім того, аномально високий або низький вміст хімічного елемента спостерігався і в харчових продуктах рослинного і тваринного походження. Це певним чином впливає на здоров'я людей, які постійно проживають в даній місцевості, — у них зареєстровані хвороби, які в інших регіонах не виявлялися. Такі місцевості назвали біогеохімічними провінціями, а реєстровані там хвороби-геохімічними ендеміями, або ендемічними захворюваннями. В табл. 2 узагальнена інформація про найбільш поширені ендемічні хвороби, ареали їх поширення, причини і основні

Таблиця 2

Ендемічні хвороби та їх характеристика

Хвороба	Причина	Біогеохіміч на провінція	Клінічна картина
1	2	3	4
Ендемічний флюороз	Вміст фтору у воді — більше 1,5 мг/дм ³	У гірських районах, де залягає фтормістять мінерал, Бучакская геохімічна провінція	Флюороз зубів, проявляється виникненням на зубах фарфороподібних плям (I стадія), пігментацією плям (II стадія), ерозіями емалі, ураженням дентину, руйнуванням коронки (III стадія). Надалі (IV стадія) спостерігається флюороз скелета (остеосклероз, осифікація зв'язок, хрящів), порушення обміну речовин, гастроентерит, гепатит, нефрит, міокардит
Ендемічний карієс зубів	Концентрація фтору у воді — менш 0,5 мг/л	Ендемічні зони охоплюють значну територію на всіх континентах	Деструкція зубної емалі та дентину (стадії пігментованої плями і каріозної порожнина)
Водно-нітратна метгемоглобінемія	Концентрація нітратів у воді — більше 45 мг/л		Клінічні прояви гемічної гіпоксії: Акроціаноз (носогубного трикутника, мочок вуха, кінчиків пальців); ціаноз слизових оболонок; тахікардія; задишка; згодом — запаморочення, судоми. Спостер. переважно у дітей грудного віку, що знаходяться на штучному вигодовуванні
Молібденова подагра	Надлишок молібдену (вміст його у питній воді становить не більше 0,25 мг/л). Добова потреба — 0,1—0,3 мг	Вірменія (Анкаван і Кадражан)	У патогенезі - підвищення активності ксантиноксидази, інтенсифікація пуринового обміну, посилення утворення сечової кислоти, відкладення її солей (уратів) в суглобах. Хвороба супроводжується атеросклеротичним нефросклерозом («подагрично зморщена нирка»), уролітіазом, раннім коронарсклерозом і атеросклерозом судин головного мозку, гіпертензією, анемією, лейкопенією, функціональними порушеннями печінки
Ендемічний зоб	Нестача йоду. Добова потреба — 0,1—0,2 мг (не менше 0,05 мг і не більше 0,5 мг)	Карпати, Полтавська обл., Середня Азія, Кавказ, Алтай	В патогенезі — порушення синтезу тироксину, гіперплазія щитовидної залози, гіпотиреоз, пригнічення обміну речовин. Спостерігається збільшення щитов. залози, зниження тем-ри тіла, ожиріння, пасивність, апатія, випадіння волосся, у дітей — дефекти розвитку, розумова відсталість, можливий кретинізм
1	2	3	4

Уровська хвороба, або хвороба Кашина — Бека	Полігіпермікроелементоз - підвищений вміст Sr, Fe, Mn, Zn, Pb, Ag, F на тлі низького вмісту Ca ²	Забайкалля, Східний Сибір (Читинська, Амурська, Іркутська обл.), Північна Корея і Китай	В патогенезі — конкуруючі взаємини стронцію і кальцію, незбалансоване співвідношення інших мікроелементів, внаслідок чого пригнічується остеосинтез і процеси осифікації кісток, виникають раннє синостозування, а також дистрофічні зміни внутрішніх органів і передчасне старіння організму. Розвивається генералізований симетричний остеодеформуючий остеоартроз, особливо міжфалангових, тазостегнових суглобів і хребта. Спостерігаються викривлення кісток, їх крихкість, біль в суглобах, деформації, призводять до появи симптомів ведмежої лапи і качиної ходи
Селенові хвороби: Кешана	Добова потреба 0,05—0,2 мг Гіпомікроелементоз	Китай, Забайкалля, Єгипет, Швеція	Ендемічна ювенільна кардіоміопатія. Підвищений ризик розвитку атеросклерозу, гіпертонічної хвороби, ішемічної хвороби серця, інфаркту міокарда, ендокринопатій. Фактор ризику виникнення і підвищеної смертності від злоякісних новоутворень шлунка, кишечника, молочної залози, яєчників, передміхурової залози, легенів
Селеноз	Гіпермікроелементоз	США, Венесуела	Хронічний дерматит (свербіж, лущення шкіри), артралгії, стомлюваність, підвищений ризик розвитку карієсу. У тварин селеноз, або «лужна хвороба», протікає з явищами цирозу і некрозу печінки, супроводжується дефектами розвитку ембріона і плода
Борний ентерит (бороз)	Надлишок бору	Арало-Каспійська низовина, Захід. Сибір, Алт-кий край	Ентерит, діарея, схуднення, загальна слабкість внаслідок порушення засвоєння вуглеводів і білків
Ендемічна нефропатія	Надлишок кремнію. Добовий потреба — 20-30 мг	Райони залягання силікатний гірських порід на Балканах	Нефропатія, рак сечових шляхів

¹ Мікроелементози - патологічні стани, викликані нестачею (гіпомікроелементоз), надлишком (гіпермікроелементоз) або дисбалансом мікроелементів в організмі. Ендемічні хвороби, обумовлені надлишком або нестачею того чи іншого мікроелемента, або дисбалансом декількох мікроелементів в ґрунті, воді і продуктах харчування, є природними екзогенними мікроелементами.

² Гігієнічні нормативи вмісту в питній воді наведені в табл. 5, 6.

клінічні прояви. Існують також ртутні (Гірський Алтай), сурм'яні (Ферганська долина), мідно-цинкові (Баймакська область), мідні (Урал, Алтай, Донецька обл. України, Узбекистан), кремнієві (Чувашія, Придунайські райони Болгарії та Югославії), хромові (Північний Казахстан, Азербайджан) та інші біогеохімічні провінції.

Серед згаданих ендемічних захворювань особливо тісно пов'язані з вживанням води ендемічний флюороз, ендемічний карієс, водно-нітратна метгемоглобінемія та ендемічний зоб.

Надлишкове надходження *фтору* в організм викликає ендемічний флюороз, недостатнє — сприяє розвитку карієсу.

Якщо вміст фтору у воді поверхневих водойм не перевищує 0,7 мг/л, то у низці регіонів підземні води містять фтор у високих концентраціях (1,5 - 12 мг/л). Це є причиною ендемічного флюорозу (ерозії емалі, руйнується коронка зуба, стає неправильним прикус) або може розвинутися навіть флюороз скелета (генералізований остеосклероз, осифікація зв'язок, особливо міжреберних, хрящів), що призводить до обмеження рухливості. При цьому можуть уражатися нервова система і внутрішні органи (серце, нирки, печінка і т. п.).

Перші випадки *водно-нітратної метгемоглобінемії* у немовлят описав у 1945 р. Comli. У дітей, які перебували на штучному вигодовуванні виявили акроціаноз, задишку, тахікардію та інші ознаки гіпоксії.

Нітрати під впливом кишкової мікрофлори відновлюються в нітрити, які надходять в кров і блокують гемоглобін шляхом утворення метгемоглобіну (MtHb). У разі його накопичення розвивається гемічний тип гіпоксії, виникає кисневе голодування (якщо кількість метгемоглобіну перевищує 50% гемоглобіну, організм може загинути від гіпоксії центральної нервової системи).

У малюків, першого року життя, спостерігається дефіцит метгемоглобінової редуктази, що призводить до накопичення метгемоглобіну.

В нормі у дітей старшого віку і дорослих рівень метгемоглобіну в крові не перевищує 1-2%. При надходженні великих кількостей нітратів (1-4 г) і у дорослих може розвинутися гостре отруєння. Доза 8 г нітратів може призвести до загибелі людини, а доза 13-14 г є абсолютно смертельною.

Небезпека підвищеного вмісту нітратів у воді пов'язана з їх роллю в утворенні нітрозамінів і нітрозамідів, яким властива мутагенна і канцерогенна дія. Синтез відбувається внаслідок перетворення нітратів у нітрити і взаємодії останніх з аліфатичними і ароматичними амінами як в навколишньому середовищі (у воді водойм, ґрунті, рослинах), так і в організмі людини (травному каналі).

Зі складом питної води часто пов'язують *ендемію зобу* — хвороби, яка супроводжується збільшенням щитовидної залози. Ендемічний зоб вражає населення біогеохімічних провінцій, де спостерігається недостатня кількість йоду у всіх елементах біосфери — ґрунті, повітрі, воді, рослинах, організмі свійських

тварин. Патогенез тісно пов'язаний з порушенням синтезу тиреоїдних гормонів, пригніченням тиреотропної функції гіпофіза та секреторної активності щитовидної залози. У важких випадках і без лікування розвивається симптомокомплекс, подібний гіпотиреозу, з відставанням у фізичному і розумовому розвитку, кретинізм.

Використання для пиття води з вмістом йоду понад 100 мкг/л може сприяти зниженню рівня і навіть ліквідації захворюваності ендемічним зобом.

Крім того, було доведено, що підвищена жорсткість води в ендемічних районах сприяє розвитку ендемічного зобу, так як погіршує всмоктування йоду в травному каналі.

Істотний вплив на виникнення в умовах нестачі йоду ендемічного зобу надає дисбаланс інших макро - і мікроелементів. Так, високі концентрації кальцію у воді сприяють розвитку найбільш важкої вузлової, колоїдної форми ендемічного зобу. При малій кількості калію в добовому раціоні в умовах йодної недостатності розвивається паренхіматозна форма ендемічного зобу. Надмірна кількість марганцю сприяє пригніченню функції щитовидної залози, сповільнюється подальша трансформація дийодтироніну в активну форму — тироксин.

Крім фтору і йоду, ще деякі мікроелементи в концентраціях, що спостерігаються у природній воді деяких біогеохімічних провінцій, можуть негативно впливати на здоров'я. При вживанні води з підвищеним вмістом стронцію у дітей виявлені порушення розвитку кісткової тканини (затримка прорізування зубів), також помічено зменшення питомої ваги дітей молодшого шкільного віку з гармонійним морфофункціональним розвитком. Патогенез зазначених порушень пов'язаний з відомим в біохімії фактом конкурентних відносин стронцію і кальцію під час їх розподілу в організмі, зокрема у кістковій системі. Аналогічним є і патогенез ендемічної *урівської хвороби*, яка спостерігається у жителів Забайкалля та інших районів Південно-Східної Азії.

Копитна хвороба виникає у людей внаслідок тривалого вживання артезіанської води, яка містила миш'як в концентрації 1-2,2 мг/л.

3.4. Гігієнічне значення техногенного забруднення води хімічними речовинами.

Сьогодні ще більш загрозливим здоров'ю людей є техногенне забруднення водою хімічними речовинами внаслідок скидання неочищених або недостатньо очищених стічних вод промислових підприємств, поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь, територій звалищ промислових відходів і т. п. Потрапляння в воду токсичних речовин навіть в невеликих кількостях може становити небезпеку для здоров'я окремої людини і населення в цілому, аж до виникнення масових отруєнь. Це обумовлено тим, що хімічні речовини, що забруднюють воду водою, не затримуються сучасними очисними спорудами водопровідних станцій.

Імовірність негативного впливу підвищується при забрудненні води надзвичайно токсичними і високотоксичними речовинами, що володіють мутагенною і канцерогенною активністю, ембріотоксичністю і тератогенністю, репродуктивною токсичністю і сенсibiliзуючими властивостями.

Крім того, ризик шкідливого впливу вищий, якщо речовина погано і повільно руйнується у воді внаслідок як фізико-хімічних процесів (гідролізу і фотолізу), так і мікробіологічної деструкції. Стійкими у водному середовищі є важкі метали, хлорорганічні з'єднання (ДДТ, ГХЦГ, алдрин, дилдрин, поліхлоровані біфеніли, дибензодіоксин і дібензофурани), нітрозаміни і т. п. З іншого боку, у воді в результаті деструкції під впливом різних фізичних, хімічних і біологічних факторів можуть утворитися більш токсичні і небезпечні продукти трансформації. Наприклад, нітрати можуть перетворюватися в нітрозаміни і нітрозаміди, що є мутагенами і канцерогенами; ртуть неорганічна може трансформуватися в метилртуть, що викликає хворобу Мінамати.

Слід врахувати і можливість комбінованої дії деяких хімічних речовин при одночасному надходженні в організм з водою. Наслідком цього найчастіше є підсумовування негативних ефектів, тобто адитивна дія. Але цілком можливо і посилення ефекту, тобто потенціювання. Це властиво важким металам, зокрема свинцю і кадмію, поліхлорованих діоксинів і дібензофуранів, хлорорганічних пестицидів ДДТ і ГХЦГ і т. п.

Хімічні речовини, що знаходяться у воді в незначних концентраціях, які в 1,5—2 рази перевищують ГДК, можна вважати факторами низької інтенсивності. Вони при тривалому хронічному надходженні з водою чинять неспецифічний вплив, пов'язаний з пригніченням загальної опірності організму до дій інших шкідливих факторів. Перші наслідки такої дії — порушення функцій окремих органів і систем з напруженою компенсаторно-приспосувальних механізмів — можна виявити тільки під час поглиблених медичних оглядів з використанням лабораторно-інструментальних методів дослідження. Надалі може спостерігатися збільшення неспецифічної захворюваності спочатку найбільш чутливих груп (немовлят, дітей віком до 14 років, вагітних, людей похилого віку, хворих з хронічною соматичною патологією), а згодом і всього населення. Іноді при значних рівнях забруднення води спостерігається специфічна дія хімічних речовин — масові хронічні і гострі отруєння. Інформація про випадки масових захворювань хімічної етіології, обумовлених вживанням забрудненої води і продуктів (у тому числі морських), наведена в табл. 3.

Таблиця 3.

Хронічні інтоксикації, пов'язані з техногенним забрудненням води хімічними речовинами в концентраціях, що перевищують ГДК

Речовина	Вміст у воді, ГДК	Хвороба	Клінічна картина
1	2	3	4
Поліхлоровані біфеніли (ПХБ)	Природні води: чисті — до 0,5 мг/л; помірно забруднені — 0,5-50 мг/л; забруднені — понад 50 мг/л	Юшо (масляна хвороба)	Вперше зареєстрована в М. Кюсю (Японія). Захворіли 1000 осіб, які вживали рослинне масло з рису, обробленого ПХБ. Клінічні ознаки: блювання, нудота, слабкість, гіперкератоз шкіри, хлоракне, бронхіт, гепатит, неврологічні порушення. ПХБ долають транс- плацентарний бар'єр, потрапляють в молоко. Тому у жінок, які перехворіли під час вагітності, народжувалися діти з проявами хвороби Юшо. ПХБ мають канцерогенну дію.
Кадмій	Природні води - 0,05—1 мкг/л, в природних БГХП — до 10 мкг/л. ГДК — 0,001 мг/л	Ітай-ітай	Виявлена вперше в Японії (в М. Фуку, префектура Тояма), де рисові поля зрошували водою з річки Джинцу, в яку скидали промислові стоки, що містять Cd. Зареєстровано 3000 хворих. Добове надходження Cd в організм досягало 300 мкг і більше. Cd — антагоніст Ca, Se, Fe, Zn, Co. В патогенезі — дисфункція проксимальних відділів ниркових каналців внаслідок відкладення кадмію, що призводило до надмірної втрати з сечею мінеральних елементів кісткової тканини. Хвороба проявляється сильним болем в ногах і попереку внаслідок остеомаліції і остеопорозу, які сприяли множинним переломам кісток (особливо плечових, ліктьових, тазових, стегнових, ребер тощо) і виникнення деформацій скелета. Супровожувалася залізодефіцитною гіпохромною анемією, каналцевою дисфункцією нирок, порушенням функції підшлункової залози і ентеропатією. Кадмію властиві тератогенні, мутагенні і канцерогенні ефекти.
Ртуть (неорганічні і органічні з'єднання)	Природні води — 0.001-0,1 мкг/л; у природних БГХП — 1-5 мкг/л, іноді 30-50 мкг/л. ГДК ртуті неорганічної — 0,0005 мг/л	Хвороба Мінамати (етіологічний фактор— метилртуть)	Ртуть — протоплазматична отрута, блокує SH-групи тіолових ензимів, має нейротоксичну, нефротоксичну, гепатотоксичну, гонадотоксичну, ембріотоксичну і мутагенну дію, впливає на репродуктивну функцію і ендокринну систему. Хвороба Мінамати вперше зареєстрована у 1953-1956 рр. в Японії, у жителів затоки Мінамата. Концентрація ртуті у воді затоки становила 80-660 мкг/л. Захворіли 130 осіб, з них — 22 дитини. У 1964—1965 рр. у префектурі Ніігата вздовж Р. Агано захворіли 180 осіб, з яких 52 загинули
1	2	3	4

Свинець	Підземні води — 0,1- 20мкг/л; поверхневі — 0,3-5 мкг/л. ГДК - 0,03 мг/л	Сатурнізм	Загальна слабкість, погіршення апетиту, тремор кінцівок, схуднення, неприємний присмак у роті, свинцева облямівка на яснах, біль у животі, ознаки анемії. Згодом парези, паралічі, порушення гемопоезу, енцефалопатія, хронічна гепато– і нефропатія, анорексія,»свинцева колька». Існує кореляція з частотою розумової відсталості у дітей, смертністю від раку нирок і лейкемії.
Миш'як	Підземні води — 0,002-0,8 мг/л; поверхневі - 0,003—10 мг/л. ГДК-0,05 мг/л	Копитна хвороба	Випадок масового отруєння в Челябінській області в результаті вживання для пиття води із законсервованої шахти, де добували миш'якову руду. Вміст миш'яку у воді досягав 3-6 мг/л. Спостерігаються нудота, блювання, погіршення апетиту, головний біль, гіперкератоз, дерматити, випадання волосся, ламкість нігтів, неврит, параліч, погіршення тактильної чутливості, порушення зору, ураження печінки. Підвищується захворюваність онкологічними хворобами
Хром	Природні води — 0,001-0,012 мг/л; у природних БГХП — до 0,112 мг/л. ГДК: Cr6* - 0,05 мг/л, Cr3+ - 0,5 мг/л		Найбільшу небезпеку становить Cr6*, який має алергічну, мутагенну і канцерогенну (рак стравоходу) дію. При контакті зі шкірою і слизовими оболонками призводить до виразок і дерматитів. Вельми небезпечний при інгаляційному надходженні (рак легенів, передміхурової залози, верхньощелепних пазух)
Тригалометани (ТГМ)	Утворюються у воді при її хлоруванні в результаті взаємодії активного хлору з алифатичними вуглеводнями. ГДК: ТГМ — 0,1 мг/л, хлороформ —0,06 мг/л, дибромхлорметан — 0,01 мг/л		Загальнотоксична дія проявляється ураженням печінки і нирок, нейротоксичними і кардіотоксичними ефектами. Властива канцерогенна дія — хлороформ і бромдіхлорметан, за даними МАІР', належать до канцерогенів групи 2Б
Поліциклічні ароматичні вуглеводні	ГДК 3,4-бензпірена — 0,001 мкг/л		Загальнотоксична дія є політропною: ураження печінки, нирок, центральної нервової системи, системи кровотворення. Надають канцерогенну дію.
1	2	3	4

Діоксин: Тетрахлор- дибензодіок- сини (ТХДД) і Дибензофу- рани (ТХДФ)	Ут-ся при хлоруванні води, що містить феноли, гумінові і фульвокислоти, лігніни. Можуть надходити зі стічними водами деяких під-ств хімічного синтезу. ГДК в перерахунку на 2,3,7,8-ТХДД — 20 мг/л		2,3,7,8-ТХДД - найбільш токсична речовина (у 2000 разів токсичніше за стрихнін). У 1990 р. діоксини виявлені в річковій і питній воді в м. Уфі (Росія), в яку вони потрапили зі стічними водами і поверхневим стоком з території заводу «Хімпром». Отрута політропної дії: спостерігаються хлоракне, ураження печінки, нирок, центральної нервової системи, порушення жирового і вуглеводного обміну. Надають канцерогенну дію. Надзвичайно стабільні
--	---	--	---

¹ МАІР- Міжнародне агентство з вивчення раку. За класифікацією МАІР всі хімічні речовини залежно від канцерогенного ризику для людини розділені на 3 групи: I-а — достатні епідеміологічні докази канцерогенності речовини для людини; II (підгрупи 2А і 2Б) — є достатні експериментальні докази канцерогенності для теплокровних тварин, що дає підставу вважати речовину можливим канцерогеном для людини; III—даних недостатньо, щоб класифікувати речовину з точки зору її канцерогенності для людини.

Вплив на здоров'я людей органолептичних властивостей води слід розглядати з позиції вчення І. П. Павлова про вищу нервову діяльність. Виходячи з цього, запах, смак і присмак, зовнішній вигляд, прозорість, колір води, які сприймаються органами почуттів людини, є подразниками, які діють за допомогою центральної нервової системи на весь його організм. Доведено, що погіршення органолептичних властивостей води має рефлекторний вплив на водно-питний режим і деякі фізіологічні функції організму людини, зокрема пригнічує секреторну діяльність шлунка.

Історичний досвід свідчить про те, що погані органолептичні властивості води сигналізують про можливий шкідливий вплив її на здоров'я. Інстинктивному прагненню до безпеки повністю відповідають естетичні уявлення, що сформувалися в процесі культурного розвитку людства в цілому і зміцнюються в процесі виховання кожної людини з дитинства. Тому ясно, що у людини формується захисна реакція на воду з поганими органолептичними властивостями - відчуття відрази, що змушує відмовлятися від вживання такої води, незважаючи на спрагу. Інакше кажучи, органолептичні властивості води є важливим індикатором, що впливає на нервово-психічний стан людини, і при певних обставинах можуть привести не тільки до відмови від використання такої води, але і до погіршення здоров'я.

4. Господарсько-побутове та народногосподарське значення води

Велика кількість води витрачається на гігієнічні, господарсько-побутові та виробничі потреби. Так, використання води в достатній кількості сприяє формуванню навичок особистої гігієни. Воду широко використовують для оздоровчих цілей, в час проведення спортивних заходів, для гідротерапії в

лікувально-профілактичних установах. Вода відіграє важливу роль у створенні оптимальних побутових умов в житлових будинках, громадських, в тому числі лікувально-профілактичних, установах, на промислових підприємствах. Її використовують для вологого прибирання приміщень, підтримки в чистоті предметів побуту та догляду, прання білизни, приготування їжі, миття посуду та ін.

Воду використовують для виробничих потреб на всіх без винятку промислових підприємствах. Іноді технологічні процеси передбачають використання не просто водопровідної води, а спеціально підготовленої: демінералізованої, деіонізованої, пом'якшеної, апірогенної води. Суворі вимоги до якості води слід пред'являти в текстильній промисловості в процесі виробництва і фарбування тканин, на фармацевтичних підприємствах під час виготовлення лікарських засобів, в харчовій промисловості при приготуванні продуктів харчування і напоїв, в атомній енергетиці і т. п. У великих кількостях її використовують в сільському господарстві (для зрошення в рослинництві і садівництві, в теплицях, птахівницьких та тваринницьких комплексах). Багато водопровідної води витрачають на миття вулиць і зрошення зелених насаджень в межах населених пунктів. Обов'язковий так званий пожежний запас води.

Таким чином, важко переоцінити значення води для забезпечення життєдіяльності людини, збереження і зміцнення здоров'я населення, забезпечення високого ступеня санітарного благоустрою населених пунктів, створення санітарних умов для проживання та задоволення народногосподарських потреб суспільства.

5. Державно-правова політика у сфері регулювання водних відносин в Україні

Завданням водного законодавства є регулювання правових відносин з метою забезпечення збереження, науково обгрунтованого, раціонального використання вод для потреб населення і галузей економіки, відтворення водних ресурсів, охорони вод від забруднення, засмічення та вичерпання, запобігання шкідливим діям вод та ліквідації їх наслідків, поліпшення стану водних об'єктів, а також охорони прав підприємств, установ, організацій і громадян на водокористування.

Водні відносини в Україні регулюються цим Кодексом, Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» та іншими актами законодавства.

Державне управління в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів здійснюють Кабінет Міністрів України, сільські, селищні, міські ради та їх виконавчі органи, районні, обласні ради, органи виконавчої влади та інші державні органи відповідно до законодавства України: Водний кодекс України (Відомості ВР України (ВВР), 1995, №24, ст. 189).

Постанови і закони, прийняті Верховною Радою і урядом України, зокрема Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 рр., спрямовані на раціональне використання, економну витрату води й запобігання виснаженню водних резервів. При цьому наголошується на необхідності прискорення темпів будівництва водоохоронних об'єктів, збільшення потужності систем оборотного і повторного використання вод, розроблення і впровадження на підприємствах безстічних систем водокористування, поліпшення якості питної води. Великого значення надається охороні водних джерел від забруднення і виснаження та створенню автоматизованих систем управління водогосподарськими комплексами.

Порушення водного законодавства тягне за собою дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову або кримінальну відповідальність згідно з законодавством України (ст. 110 Водного кодексу).

Питання для самоконтролю

1. Назвіть типи води залежно від призначення.
2. Яким гігієнічним вимогам повинен відповідати кожен тип води?
3. Гігієнічне значення води.
4. Фізіологічне значення води.
5. Охарактеризуйте склад природної води.
6. Як може проявлятися вплив недоброякісної води на здоров'я населення?
7. Які збудники бактеріальної та вірусної природи поширюються через воду?
8. За яких умов можливе поширення інфекційних хвороб через воду?
9. Назвіть перешкоди поширення інфекційних хвороб водним шляхом в сучасних умовах.
10. Від яких факторів залежать терміни виживання патогенної мікрофлори у воді?
11. Назвіть умови, необхідні для забруднення води у водопровідній мережі при централізованому водопостачанні.
12. Ознаки водних епідемій.
13. Ендемічне значення води.
14. Гігієнічне значення техногенного забруднення води хімічними речовинами.
15. Вплив на здоров'я людей органолептичних властивостей води.
16. Господарсько-побутове та народногосподарське значення води.
17. Яка відповідальність передбачена за порушення водного законодавства?

ТЕМА 2. НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ГІГІЄНИЧНИХ НОРМАТИВІВ (СТАНДАРТІВ) ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ТА НОРМ ВОДОСПОЖИВАННЯ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ

1. Характеристика груп показників якості води.
 - 1.1. Органолептичні властивості води.
 - 1.2. Показники нешкідливості води за хімічним складом.
 - 1.3. Показники, що характеризують епідемічну безпеку води.
2. Стандартизація якості питної водопровідної води.
3. Гігієнічне обґрунтування норм водоспоживання в населених пунктах.

1. Характеристика груп показників якості води

Позитивну роль у збереженні і зміцненні здоров'я людей, в профілактиці інфекційних і неінфекційних хвороб, у створенні належних санітарно-побутових умов вода може виконувати лише за відповідності її якості певним вимогам.

Показники якості води, виходячи з гігієнічних вимог, можна розділити на наступні групи: 1) органолептичні показники; 2) показники нешкідливості за хімічним складом; 3) показники епідемічної безпеки. Останнім часом в окремі групи виділяють показники радіаційної безпеки і фізіологічної повноцінності води.

Питна вода, яка безпосередньо використовується населенням, повинна бути доброякісною, тобто мати хороші органолептичні властивості, бути нешкідливою за хімічним, в тому числі і радіонуклідним, складом, епідемічно безпечною і фізіологічно повноцінною.

Водою з хорошими органолептичними властивостями вважають таку, яка не має запаху, смаку і присмаку, прозору, не забарвлену, не містить помітних на око домішок (плівок, осаду, зважених речовин тощо), прохолодну. Така вода не має негативного впливу на нервово-психічний стан людини, не призводить до відмови від неї і не змушує шукати інші варіанти для задоволення спраги.

Нешкідливою за хімічним складом є така вода, вживання якої не призведе до виникнення неінфекційних захворювань хімічної етіології (ендемичних захворювань, техногенних хронічних і гострих отруєнь і т. п.) у людей і їх нащадків. Також повинні бути попереджені наслідки неспецифічної дії (зростання загальної захворюваності внаслідок зниження опірності організму) і віддалені (мутагенні, канцерогенні, ембріотоксичні, тератогенні, гонадотоксичні, сенсibiliзуючі, нейротоксичні і т. п.) ефекти. Виходячи з цього, концентрація в воді небезпечних для здоров'я хімічних речовин не повинна перевищувати ГДК, встановлених на основі глибоких санітарно-токсикологічних досліджень. Водночас питна вода повинна бути фізіологічно повноцінною, її мінеральний склад, вміст біомікроелементів (фтору, йоду, селену і т. п.) повинні бути

адекватними біологічним потребам організму. Крім того, вода повинна бути нешкідливою в радіаційному відношенні, тобто містити безпечну кількість природних радіонуклідів і мати таку сумарну об'ємну α - і β - радіоактивність, яка не перевищує гігієнічного нормативу.

Безпечною в епідемічному відношенні вважається вода, яка не повинна містити небезпечних для здоров'я людини патогенних і умовно патогенних бактерій, вірусів, найпростіших, яєць гельмінтів тощо.

1.1. Органолептичні властивості води — це ті її ознаки, які сприймаються органами почуттів людини і оцінюються за інтенсивністю сприйняття.

Нюхові, смакові, зорові, теплові відчуття обумовлені фізичними характеристиками води і наявністю в ній певних хімічних речовин (органічних, мінеральних солей, газів). Саме вони і надають воді запах, смак, присмак, забарвлення, каламутність тощо, тому органолептичні властивості води характеризуються показниками двох підгруп: *фізико-органолептичними*, що представляють собою сукупність органолептичних ознак, що сприймаються органами відчуттів, і *хіміко-органолептичними*, що свідчать про вміст певних хімічних речовин, здатних дратувати відповідні аналізатори і обумовлювати те чи інше відчуття. Часто відзначаються випадки, коли домішки в питній воді не є безпосередньою причиною хвороби, однак мають опосередкований негативний вплив на здоров'я, погіршуючи органолептичні властивості води.

Осад, незвичне забарвлення, запах і присмак здавна були ознаками недоброякості води, викликали у людини огиду і почуття можливої небезпеки для здоров'я, змушували шукати інші джерела водопостачання, які могли виявитися небезпечними в епідемічному плані незважаючи на хороші органолептичні властивості.

Добрі органолептичні властивості води позитивно впливають на організм людини. Так, приємна на смак вода підвищує гостроту зору і частоту серцевих скорочень, неприємна — знижує. Не можна не враховувати і естетичний вплив органолептичних властивостей води.

Запах — здатність наявних у воді хімічних речовин випаровуватися і, створюючи тиск пари над поверхнею води, дратувати рецептори слизових оболонок носа і пазух, обумовлюючи відповідні відчуття.

За характером розрізняють природні (ароматичний, болотний, гнильний, рибний, трав'яний і т. д.), специфічні (аптечний) і невизначені запахи. Однак для гігієнічної оцінки та порівняння якості води недостатньо такої характеристики. Зрозуміло, що той самий запах може мати різну інтенсивність, а в людей неоднакова чутливість аналізатора нюху.

Для характеристики інтенсивності запахів води запропонували п'ятибальну шкалу:

0 — запах не відчувається, його не виявляє навіть досвідчений одоратор;

- 1 — не визначається споживачем, але виявляється досвідченим одоратором;
- 2 — слабкий, виявляється споживачем у випадку, якщо вказати на нього;
- 3 — помітний, виявляється споживачем і викликає його несхвалення;
- 4 — виразний, звертає на себе увагу і робить воду не придатною для пиття;
- 5 — дуже сильний, який визначається на відстані, внаслідок чого вода не придатна для вживання.

З підвищенням температури погіршується розчинність у воді газів і збільшується летючість розчинних у воді органічних речовин, що призводить до посилення запаху. Також у воді можуть відбуватися хімічні перетворення і з'являтися нові речовини з запахом. Зміна запаху води рефлекторно впливає на питний режим і фізіологічні функції організму, змушуючи відмовлятися від вживання такої води.

Якісною вважають воду, яка не має запаху. Інтенсивність запаху питної води не має перевищувати 2 балів за температури як 20 °С, так і 60 °С.

Смак і присмак — здатність хімічних речовин, які містяться у воді після взаємодії зі слиною дратувати смакові сосочки, розташовані на поверхні язика, і обумовлювати відповідні відчуття.

За характером розрізняють солоний, гіркий, кислий і солодкий смаки. Інше — присмаки: лужний, болотний, металевий, нафтопродуктів і т. д. Один і той же присмак може мати різну інтенсивність, а в людей неоднакова чутливість смакового аналізатора. Тому для характеристики інтенсивності смаків і присмаків води була запропонована п'ятибальна шкала, аналогічна шкалі інтенсивності запахів.

Запах, смак і присмак води мають істотне гігієнічне значення. Якщо вони неприємні та легко визначаються споживачами, то це обмежує споживання питної води. Але вода цих джерел, незважаючи на хороший запах, смак і присмак, може виявитися небезпечною в епідеміологічному відношенні і містити токсичні речовини. Специфічні запах, смак і присмак можуть свідчити про забруднення води стічними водами різного походження або в результаті життєдіяльності водних організмів (водоростей, актиноміцетів, грибів тощо) та біохімічних процесів перетворення органічних сполук (гумінових речовин), які потрапили у воду з ґрунту. Запах, смак і присмак є показниками ефективності очистки води на водопровідних станціях.

Якісною можна вважати тільки таку воду, яка не має смаку і присмаку. При підвищенні інтенсивності смак і присмак стають відчутними для всіх споживачів без будь-якого попередження. Тому інтенсивність смаку і присмаку питної водопровідної води не повинна перевищувати 2 балів

Кольоровість - природна властивість води, обумовлена наявністю в ній гумінових речовин, які вимиваються у воду з ґрунту. На кількість цих речовин впливають геологічні умови, водоносні горизонти, характер ґрунту, наявність боліт

і торфовищ у басейнах річок і т. д. Чим більше у воді гумінових речовин, тим вище фарбування води та інтенсивніша її кольоровість.

Кольоровість води вимірюють в градусах шляхом порівняння її інтенсивності з фарбуванням розчинів хромово-кобальтової або платиново-кобальтової шкали. Роблять це візуально або використовують спектрофотометри і фотоколориметри.

Практично безбарвною можна вважати лише таку воду, кольоровість якої не сприймається оком і не перевищує 20 градусів.

Крім кольоровості, слід пам'ятати і про забарвлення води. Вона пов'язана із забрудненням води речовинами органічного та неорганічного походження, зокрема барвниками, які можуть потрапляти у водойми зі стічними водами підприємств легкої промисловості, деякими неорганічними сполуками заліза, марганцю, міді як природного, так і техногенного походження. Так, залізо і марганець можуть фарбувати воду в кольори від червоного до чорного, мідь — від блідо-блакитного до синьо-зеленого, тобто забруднена стоками промислових підприємств вода може мати неприродний колір.

Забарвлення визначають візуально або фотометричним методом після видалення зважених речовин шляхом фільтрування або центрифугування. Візуально визначають колір, відтінок, інтенсивність забарвлення води. Інтенсивність і характер забарвлення води можна встановити, вимірявши спектрофотометром або фотоколориметром її оптичну щільність для світлових хвиль різної довжини.

Незвичайні кольори, інтенсивне забарвлення води обмежують її вживання і може свідчити про її забруднення промисловими стічними водами. Вона може бути біологічно активною за рахунок гумінових органічних речовин. Кольоровість є показником ефективності очищення (знебарвлення) води на очисних спорудах.

Каламутність - природна властивість води, обумовлена наявністю в ній зважених речовин органічного та мінерального походження (глини, мулу, органічних колоїдів, планктону тощо).

Протилежна характеристика води — *прозорість*, тобто її здатність пропускати світлові промені. Чим більше у воді зважених речовин тим вище її каламутність, тобто менша прозорість. За висотою стовпчика води (в см) в циліндрі з плоским дном, через який видно стандартний шрифт, визначається її прозорість (за методом Снеллена). Вона має бути не менше 30 см.

Каламутність води вимірюють в міліграмах на літр за допомогою порівняння її оптичної щільності з щільністю стандартних розчинів каоліну (білої глини). Сьогодні використовують нефелометри, спектрофотометри та фотоколориметри. Каламутність не повинна перевищувати 1,5 мг/л.

Каламутність тісно пов'язана кольоровістю, запахом і присмаком. Вона впливає на мікробіологічні показники якості води. Більшість мікроорганізмів сорбується на поверхні або знаходиться в середині зважених частинок, які

захищають бактерії і віруси. В той же час освітлення і знебарвлення води на очисних спорудах, спрямовані на видалення зважених і гумінових речовин, сприяють видаленню 90% бактерій. Встановлено, що хлорована каламутна вода може бути небезпечною для здоров'я внаслідок утворення хлорорганічних сполук — токсичних і навіть канцерогенних (хлорфеноли, хлорціани, тригалометани, хлоровані поліциклічні ароматичні вуглеводні, поліхлоровані біфеніли).

Каламутність води свідчить про її забруднення органічними та неорганічними речовинами, які можуть бути шкідливими для здоров'я людини або утворювати шкідливі речовини під час реагентної обробки води (наприклад, хлорування). Каламутність є показником ефективності освітлення та знезараження води на очисних спорудах.

Температура води помітно впливає на її якість. Так, вживання води, нагрітої до температури вище 25 °С, викликає блювотний рефлекс. Споживачі вважають оптимальною прохолодну (12-15 °С) воду.

Від температури залежать запах, смак і присмак води. Це пов'язано з її впливом на розчинність газів, які надають воді запах (наприклад, хлорфенолів).

Температура впливає на швидкість і ефективність процесів очищення і знезараження води на водопровідних станціях. Так, з підвищенням температури до 20-25 °С поліпшуються процеси освітлення і знебарвлення води поверхневих водойм за рахунок коагуляції, а ефективність її фільтрації через активоване вугілля, в результаті зменшення його адсорбційних властивостей, погіршується.

У теплій воді довше зберігають життєдіяльність, інвазивність і патогенність збудники інфекційних захворювань, а яйця і цисти гельмінтів, особливо геогельмінтів, швидко гинуть.

З підвищенням температури на 10 °С в 2-4 рази підвищується швидкість хімічних реакцій. Отже, прискорюється утворення тригалометанів та інших хлорованих вуглеводів (поліхлорованих біфенілів, діоксинів і т. п.) під час хлорування води, яка містить органічні сполуки.

Ці сполуки можуть негативно впливати на здоров'я людини, так як чинять канцерогенну дію, інші тригалометани - мутагенний вплив.

Таким чином, *гігієнічне значення* температури полягає в її впливі на процеси освітлення, знебарвлення і знезараження води, від чого залежать її органолептичні властивості, безпека в епідеміологічному і токсикологічному відношенні.

Вода підземних міжпластових горизонтів має постійну температуру, тому відхилення в ту чи іншу сторону свідчить про проникнення забруднень.

Абсолютно зрозуміло, що в доброякісній питній воді не повинні міститися будь-які домішки (плівка чи піна на поверхні води або пластівці в товщі води), видимі неозброєним оком. Домішки, що визначаються візуально, роблять воду непридатною для вживання.

Хімічні речовини, що визначають органолептичні властивості води. Хіміко-органолептичні показники ділять на підгрупи: хімічні речовини, які зустрічаються в природних водах, з'являються у воді внаслідок забруднення водойм або в процесі водопідготовки.

До показників, що характеризують природний хімічний склад води, відносяться: сухий залишок (мінералізація загальна), водневий показник (рН), жорсткість загальна, вміст заліза, сульфатів, хлоридів, марганцю, міді, цинку.

Сухий залишок (мінералізація загальна) — це кількість розчинених речовин, переважно мінеральних солей, в 1 л води. Вміст органічних речовин в сухому залишку становить не більше 10%. Воду з сухим залишком до 1000 мг/л називають прісною, з мінералізацією 1000-3000 мг/л — солонуватою, понад 3000 мг/л — солоною.

Найбільш поширеними в природній воді є: аніони Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} і катіони Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ . Залежно від того, який аніон або група аніонів переважає, природні води поділяють на три класи: 1) гідрокарбонатні і карбонатні (HCO_3^- і CO_3^{2-}); 2) сульфатні (SO_4^{2-}); 3) хлоридні (Cl^-).

Здавна з хімічним (мінеральним) складом води пов'язували її смакові якості та можливість розвитку у населення масових захворювань. Особливе значення набула гігієнічна оцінка електролітного складу питної води з появою технічних можливостей його зміни. Солоний смак надають воді переважно натрію і кальцію хлориди, гіркий - магнію сульфати і хлориди. До того ж вода з підвищеною мінералізацією гірше втамовує спрагу.

Внаслідок вживання високо мінералізованої води підвищується навантаження на серцево-судинну систему і тяжкість перебігу хронічних хвороб, змінюється секреторна і моторна функції шлунка, а також прогресування розвитку сечокам'яної та жовчнокам'яної хвороби.

Вода з низькою мінералізацією (до 50-100 мг/л) неприємна на смак, а тривале її вживання може викликати порушення водно-електролітного балансу та обміну мінеральних речовин.

Щоб вода не мала гіркою і солоною смаку інтенсивністю понад 2 бали, сухий залишок не повинен перевищувати 1000 мг/л.

Водневий показник (рН) - природна властивість води, обумовлена наявністю вільних іонів водню. У більшості поверхневих водойм рН води становить 6,5-8,5, в підземних водах – 6-9. Кислими (рН < 7) є болотні води, багаті гуміновими речовинами, лужними (рН > 7) — підземні води, що містять велику кількість гідрокарбонатів. Підземна міжпластова вода має постійну активну реакцію, зміна якої свідчить про забруднення джерела водопостачання кислими або лужними стічними водами.

рН є основою кислотно-основного стану, яке досягається у воді завдяки наявності різних розчинних сполук. Враховуючи вплив рН на процеси освітлення,

знебарвлення і знезараження, прийнято, що питна вода повинна мати активну реакцію, яка наближається до нейтральної і коливається в межах 6-9, що і відображено в державному стандарті.

Жорсткість. Розрізняють загальну, карбонатну, постійну і усуну жорсткість.

Загальна жорсткість – в основному обумовлена наявністю в сирій воді солей кальцію і магнію (сульфатів, хлоридів, карбонатів, гідрокарбонатів та ін).

Карбонатна жорсткість - це жорсткість, обумовлена присутністю гідрокарбонатів і карбонатів Ca^{2+} і Mg^{2+} , розчинених у сирій воді.

Усувна, або гідрокарбонатна, жорсткість — це жорсткість, яку вдається усунути при кип'ятінні води. Вона обумовлена гідрокарбонатами Ca^{2+} і Mg^{2+} , які під час кип'ятіння води перетворюються в нерозчинні карбонати, і випадають в осад.

Під постійною жорсткістю розуміють жорсткість кип'яченої води протягом 1 год, яка обумовлена наявністю хлоридів і сульфатів Ca^{2+} і Mg^{2+} , які не випадають в осад.

Вода із загальною жорсткістю до 3,5 мг-екв/л вважається м'якою, від 3,5 до 7 мг-екв/л — помірно жорсткою, від 7 до 10 мг-екв/л — жорсткою і понад 10 мг-екв/л — дуже жорсткою.

Значний вміст (більше 7 мг-екв/л) солей жорсткості, особливо магнію сульфату, надає воді гіркий смак.

Доведено, що жорстка вода може викликати у людей диспепсію, перебіг сечокам'яної хвороби (в жарких районах), уролітіаз, впливає на опорно-руховий апарат (відкладання солей), сприяє розвитку с.с.с., дерматиту тощо. Вважають, що урівська хвороба, яка є ендемічним полігіпермікроелементозом стронцію, заліза, марганцю, цинку, фтору, виникає в місцевостях з низьким вмістом кальцію у питній воді. У жорсткій воді гірше розварюються м'ясо і бобові, погано заварюється чай, утворюється накип на стінках посуду. Доброякісна питна вода повинна мати жорсткість, що не перевищує 7 мг-екв/л.

Результати ряду досліджень також свідчать про те, що кожен елемент, що міститься у питній воді, проявляє фізіологічну дію не сам по собі, а в поєднанні з іншими. Вивчення особливостей поєднаної дії компонентів питної води, фізіологічних і патофізіологічних механізмів її прояву — нова сторінка у вивченні гігієни води.

Хлориди і сульфати поширені в природі в вигляді солей натрію, калію, кальцію, магнію та інших металів. Вони складають більшу частину сухого залишку прісних вод. Природний вміст хлоридів і сульфатів у воді поверхневих водойм незначний і може бути обумовлений процесами вимивання їх з ґрунту, а також забрудненням водойми різними стічними водами. Тож, використовуючи хлориди

як показник епідеміологічної безпеки, необхідно враховувати місцеві умови формування якості води.

Хлорид-іон в організмі людини відіграє важливу роль у забезпеченні осмотичного тиску міжклітинної рідини і крові та підтримці водно-електролітного балансу. Щодоби в організм людини разом з продуктами харчування за умови вживання солі надходить від 6 до 12 г хлоридів, більшість з яких виводиться переважно (85-90%) нирками. Середньодобове надходження хлоридів з питною водою становить приблизно 100 мг. Вода, що містить велику кількість хлоридів, несприятливо впливає на шлункову секрецію.

Хлориди здатні надавати воді солоний смак, погіршуючи її органолептичні властивості. Споживачі відчувають солоний смак води за вмісту у ній хлоридів більше 350 мг/л.

Сульфати впливають на органолептичні властивості води, надаючи їй гіркового смаку, який відчутний за вмісту більше 500 мг/л. Крім того, сульфати в кількості 1-2 г мають проносну дію. З часом люди адаптуються до таких доз. Присутні одночасно у воді хлориди і сульфати понад норму надають їй відчутного смаку інтенсивністю понад 2 бали.

Залізо. В поверхневих водоймах залізо міститься у вигляді стійкого гуміновокислого заліза (III), в підземних водах — гідрокарбонату двовалентного Fe (II). Його вміст коливається від 0,01 до 26,0 мг/л. Після підйому підземної води на поверхню залізо (II) окислюється киснем до Fe (III) з утворенням заліза гідроксиду (III): $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

Вода, при значному вмісті заліза, набуває жовто-коричневого кольору, стає каламутною, з терпким металевим присмаком. Людина може отримати за добу з водою не більше 1 мг заліза, за потреби до 20 мг/л. Вміст загального заліза у питній воді не має перевищувати 0,3 мг/л.

Марганець. Природні води можуть містити незначну кількість марганцю. При концентрації, що перевищує 0,15 мг/л, марганець забарвлює воду в рожевий колір і надає їй неприємний присмак. В концентрації 0,1 мг/л (норма), які вже впливають на органолептичні властивості води, марганець не має фізіологічного і токсикологічного значення. Добова потреба марганцю складає 5-7 мг. З водою в організм людини може поступити не більше 0,3 мг марганцю. Він відіграє важливу роль у функціонуванні флавопротеїнів, синтезі мукополісахаридів, холестерину, гемоглобіну тощо. Надлишок марганцю сприяє пригніченню функції щитовидної залози, особливо при дефіциті йоду.

Мідь. Найчастіше концентрація міді у воді знаходиться в межах 0,01— 0,5 мг/л. Концентрація міді більша за 5,0 мг/л надає воді виразний неприємний терпкий присмак. При концентрації міді у воді понад 1,0 мг/л забарвлюється білизна під час прання, спостерігається корозія алюмінієвої і цинкової посуду. За нормативних величин (1,0 мг/л) мідь не робить негативного впливу на організм людини.

Мідь входить до складу багатьох ферментних систем (церулоплазміну, цитохромоксидази, оксидази аскорбінової кислоти і т. п.), приймає участь у тканинному диханні, кровотворенні, остеогенезі, тобто є біомікроелементом, добова потреба якого складає 2-3 мг. В результаті дефіциту міді може розвинути гіпохромна мікроцитарна анемія.

Добова доза міді для людини становить 30 мг. За добу з водою може надійти не більше 3 мг.

Цинк. Високий вміст у воді цинку погіршує її органолептичні властивості. У концентраціях понад 5,0 мг/л сполуки цинку надають воді відчутний неприємний терпкий присмак. В нормативних концентраціях (5,0 мг/л), які впливають на органолептичні властивості води, цинк не робить негативного впливу на організм людини.

Цинк входить до складу понад 200 металоферментів. Цинку належить важлива роль в синтезі нуклеїнових кислот і білків, стабілізації структури ДНК і РНК, депонуванні інсуліну β-клітинами підшлункової залози, у процесах кровотворення та імунологічного захисту, кальцифікації і остеогенезу, репарації і відновлення. Екзогенний дефіцит цинку супроводжується симптомокомплексом тяжкої залізодефіцитної анемії, затримкою статевого розвитку, атрофією яєчок, карликовістю (хвороба Прасада). Дефіцит цинку в організмі призводить до передчасних пологів, слабкості родової діяльності, атонічних кровотеч, вродженим вадам розвитку. Добова потреба в цинку становить 10-16 мг. Сполуки цинку малотоксичні. Нешкідливими для здоров'я вважають концентрації цинку в питній воді до 40 мг/л.

1.2. Показники нешкідливості води за хімічним складом визначаються хімічними речовинами, які можуть негативно впливати на здоров'я людини, викликаючи розвиток різноманітних хвороб. Їх ділять на хімічні речовини природного походження; речовини, які додають у воду в якості реагентів; хімічні речовини, які надходять у воду внаслідок промислового, сільськогосподарського або побутового забруднення джерел водопостачання.

Хімічні речовини природного походження (берилій, молібден, миш'як, свинець, нітрати, фтор, селен, стронцій) обумовлюють ендемічні хвороби. Деякі з них (молібден, селен, фтор) належать до так званих біомікроелементів, вміст яких у тканинах не перевищує 0,01%, але які є есенціальними для людини. Вони обов'язково повинні надходити в організм людини в оптимальних добових дозах. При недотриманні цієї умови може розвинути гіпо- або гіпермікроелементоз. Інші речовини (берилій, миш'як, свинець, нітрати, стронцій), позитивна роль яких в організмі поки ще не встановлена і які не є есенціальними, при надмірному надходженні можуть надавати токсичну дію.

Якщо у питній воді вміст *молібдену* перевищує 0,25 мг/л, то тривале її вживання може призвести до розвитку молібденового гіпермікроелементозу (молібденозу), який клінічно подібний подагрі. Добова потреба дорослої людини в молібдені становить 0,1-0,3 мг. Тривале надходження значних кількостей молібдену в організм людини призводить до накопичення сечової кислоти в тканинах, зокрема в синовіальних оболонках суглобів (хвороба Ковальського), хрящах і сухожиллях. З метою попередження розвитку цієї хвороби вміст молібдену в питній воді не повинен перевищувати 0,25 мг/л.

Селен входить до складу багатьох металоферментів, зокрема глутатіонпероксидази — одного з ключових ензимів антиоксидантних систем. Захищає токофероли і ліпіди біологічних мембран, попереджає утворення надлишкових кількостей вільних радикалів, стимулює синтез сірковмісних амінокислот, покращує клітинне дихання, сприяє детоксикації ртуті, кадмію, миш'яку, свинцю і т. п. Селендефіцитний стан, який розвивається у людей має назву хвороби Кешана (ювенільна кардіопатія). У регіонах з низьким вмістом селену є підвищений ризик захворювання атеросклерозом, гіпертонічною хворобою, інфарктом міокарда, ендокринопатією, злоякісними новоутвореннями шлунка, кишечника, молочної залози, легенів. В зонах з підвищеним вмістом селену (в 60 разів більше добової потреби), у людей виявляли ознаки хронічного селенозу: дерматит (свербіж, лущення шкіри), порушення функції травного каналу, біль в суглобах, руйнування зубів, стомлюваність, запаморочення.

Добова потреба в селені становить 0,05-0,2 мг і майже на 90-95% задовольняється за рахунок продуктів харчування. Селен, що надходить в організм з водою, токсичніший селену аліментарного походження. Нормативна концентрація селену у воді становить 0,001 мг/л.

Фтор. Ступінь (стадія) розвитку ендемічного флюорозу тісно пов'язана з вмістом фтору у питній воді. До 85% добової потреби у фторі (3,2-4,2 мг) задовольняється за рахунок води. За вмісту фтору в воді більше 2 мг/л, у людей на зубах виявляють коричневі плями, а при вмісті більше 2,5 мг/л, емаль стає жорсткою і темніє, а коронка зуба починає руйнуватися. За тривалого (протягом 10-20 років) вживання води з концентрацією фтору 10 мг/л і вище, можливі біль і обмеження рухливості в суглобах, прогресуюча форма деформації скелета.

При дуже низькій концентрації фтору - до 0,3 мг/л — ураження населення карієсом зубів в 3-4 рази вище. У дітей спостерігаються затримка окостеніння і дефекти мінералізації кісток.

Нітрати є постійними природними продуктами аеробного окислення органічних азотовмісних речовин у ґрунті та воді водойм, що надає їм значення санітарно-хімічних показників епідемічної безпеки води. З підвищеним вмістом нітратів в питній воді пов'язані: 1) водно-нітратна метгемоглобінемія у

новонароджених, дітей молодшого віку та осіб похилого віку; 2) утворення нітрозамінів і нітрозамідів, що володіють мутагенною і канцерогенною активністю.

Зареєстровано випадки метгемоглобінемії в результаті використання води з концентрацією нітратів від 70 до 250 мг/л, а при тривалому вживанні води з вмістом нітратів 50 мг/л вона може розвинути у дітей.

Виявлено кореляційний зв'язок між концентрацією нітратів у питній воді (90 мг/л і більше) і захворюваністю атрофічним гастритом і раком шлунка. Тому вміст нітратів у питній воді не повинен перевищувала 45 мг/л по нітрат-іону.

Миш'як у природних водах міститься в незначних концентраціях (не вище 0,01 мг/л). При тривалому вживанні води з вмістом миш'яку 1-4 мг/л у людей розвивалася хронічна інтоксикація, що супроводжувалася накопиченням його в волоссі, а при концентрації 12 мг/л підвищувався рівень захворюваності на рак шкіри. Безпечними для здоров'я вважають концентрації миш'яку у воді, які не перевищують 0,05 мг/л.

Вміст *свинцю* у воді більшості водойм незначний (0,001—0,01 мг/л), а районах залягання поліметалічних копалин він може бути у небезпечних концентраціях. Відомі випадки отруєння свинцем внаслідок вживання водопровідної води (через свинцеві труби і резервуари). Свинець, як і інші важкі метали, блокує сульфгідрильні групи тіолових ферментів. При хронічній інтоксикації виникає загальна слабкість, головна біль, запаморочення, неприємний присмак у роті, втрата апетиту, схуднення, тремор кінцівок, біль у животі, ознаки анемії. Згодом виникають парези, паралічі, порушення гемопоезу, енцефалопатія, анорексія, «свинцеві кольки». При споживанні питної води з вмістом свинцю більше 0,8 мг/л, частішають випадки розумової відсталості у дітей, смертність від раку нирок і лейкемії. Діти, вагітні та плід більш чутливі до впливу свинцю. Безпечними для здоров'я вважаються концентрації свинцю у воді до 0,03 мг/л.

У природній воді концентрації *берилію* дуже низькі і не перевищують 0,001 мг/л. З водою в організм дорослої людини може надійти до 30% загальної добової кількості берилію. Є відомості про розвиток берилійового дерматиту, гранулематозних виразок шкіри, кон'юнктивіту у випадках його контакту зі шкірою і слизовими оболонками. Його токсичність при пероральному надходженні дуже низька, але на тваринах канцерогенність берилію доведена. Безпечними для здоров'я можна вважати лише дуже низькі його концентрації у воді - до 0,0002 мг/л.

Надлишок *стронцію* є центральною ланкою в етіології уривської хвороби (хвороби Кашина—Бека), яка проявлялася ураженням кістково-суглобового апарату — викривленням кісток, їх ламкістю, болем в суглобах. В умовах навіть незначного дефіциту кальцію саме стронцій, який легше засвоюється організмом, переважно вбудовується в кісткову тканину, але і швидше виводиться з організму, що викликає демінералізацію кісток («ведмежа лапа» і «качина хода»). З метою

профілактики урівської хвороби концентрація стронцію у воді не повинна перевищувати 7,0 мг/л.

Вміст інших мікроелементів в розвіданих природних водах значно нижче небезпечного, встановленого в ході санітарно-токсикологічних експериментів. Ці хімічні речовини, небезпечні для здоров'я людей у зв'язку з техногенним надходженням їх в джерелами водопостачання.

До цієї підгрупи належать важкі метали (кадмій, ртуть, нікель, вісмут, сурма, олово, хром та ін.), детергенти (синтетичні миючі засоби або поверхнево-активні речовини), пестициди (ДДТ, ГХЦГ, хлорофос, метафос, 2,4-Д, атразин тощо), синтетичні полімери та їх мономері (фенол, формальдегід, капролактамі та ін.). Їх вміст у воді має бути безпечним для здоров'я людей і їх нащадків при постійному, протягом життя, вживанні такої води. Цей рівень повинен гарантувати відсутність не тільки гострих і хронічних отруєнь, але і неспецифічного шкідливого впливу, пов'язаного з пригніченням загальної резистентності організму, забезпечувати збереження репродуктивного здоров'я, гарантувати відсутність мутагенного, канцерогенного, ембріотоксичного, тератогенного, гонадотоксичного впливу та інших віддалених наслідків.

Оскільки методи поліпшення якості води на водопровідних станціях не дають можливості знизити концентрації (ГДК) названих вище хімічних речовин, то вже у воді водойм їх вміст має бути безпечним для здоров'я. Сьогодні науково обгрунтовані і затверджені Міністерством охорони здоров'я понад 1500 гігієнічних нормативів шкідливих речовин у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового водокористування.

Токсичні хімічні речовини з однаковим лімітуючим показником шкідливості при одночасному знаходженні у воді здатні впливати на організм людини комбіновано, наслідком якого частіше всього є сумація негативних ефектів, тобто адитивна дія. Щоб гарантувати збереження здоров'я в умовах комбінованої дії, потрібно дотримуватися правила сумарної токсичності: сума співвідношень фактичних концентрацій речовин у воді до їх ГДК не повинна перевищувати 1:

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

де C_1, C_2, C_n — фактичні концентрації хімічних речовин у воді (мг/л).

Це правило слід дотримувати при виявленні в питній воді декількох хімічних речовин, що відносяться до 1-го і 2-го класів небезпеки і нормованих за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості.

Останню групу показників нешкідливості за хімічним складом складають речовини, які додають у воду в якості реагентів під час її обробки на водопровідних станціях. Наприклад, з метою освітлення і знебарвлення (зменшення каламутності і кольоровості) річкової води використовують

коагуляцію, відстоювання і фільтрацію. В якості коагулянтів використовують солі алюмінію. Найчастіше - алюмінію сульфат, а також натрію алюмінат, алюмінію оксихлорид тощо. Після закінчення освітлення і знебарвлення потрібно обов'язково контролювати у воді залишковий алюміній. Не можна, покращуючи органолептичні властивості води (прозорість, кольоровість), погіршувати її хімічний склад і створювати небезпечні для здоров'я людей концентрації алюмінію. У природній воді вміст алюмінію коливається від 0,001 до 10 мг/л. Середнє добове надходження алюмінію в організм людини з водою близько 6 мг, або 8% загальної добової кількості. Алюміній, навіть у вигляді розчинних солей, малотоксичний. Безпечними для здоров'я вважаються концентрації алюмінію у воді, які не перевищують 0,5 мг/л.

Всі хімічні сполуки залежно від особливостей їх токсикологічної дії поділяють на 4 класу небезпеки: 1-й — надзвичайно небезпечні, 2-й — високо небезпечні, 3-й — помірно небезпечні, 4-й — малонебезпечні.

1.3. Показники, що характеризують епідемічну безпеку води діляться на 3 підгрупи: санітарно-мікробіологічні, санітарно-паразитологічні та санітарно-хімічні. Вони доповнюють один одного, і між ними існує тісний зв'язок. У разі забруднення води рідкими і твердими побутовими відходами, стічними водами, екскрементами тварин і птахів змінюються показники у всіх 3 підгрупах.

Санітарно-мікробіологічні показники епідемічної безпеки води. Критерієм безпеки води в епідемічному відношенні є відсутність патогенних мікроорганізмів — збудників інфекційних хвороб. Дослідження води на наявність патогенних мікроорганізмів — досить тривалий, складний і трудомісткий процес.

Тому такі дослідження проводяться не масово, а тільки в разі несприятливої епідемічної ситуації (епідускладнень), наприклад, при спалахах інфекційних хвороб, якщо є підозра на водний шлях передачі. В санітарній практиці широко використовують два непрямі санітарно-мікробіологічних показники — *загальне мікробне число і вміст санітарно-показових мікроорганізмів.*

Існує прямий зв'язок між кількістю сапрофітів і ступенем бактеріального забруднення.

До непрямих показників бактеріального забруднення води відноситься *загальне мікробне число*, тобто загальна кількість колоній, що виростають протягом 24 год при температурі 37 °С при посіві 1 мл води на 1,5% м'ясопептонний агар.

Підвищення ЗМЧ більше норми (100 КУО/ мл) може свідчити про високу можливість наявності в воді патогенних мікроорганізмів.

Дуже важливим є виявлення в воді бактерій групи кишкової палички (БГКП), які знаходяться у випорожненнях людини і тварин. До цієї групи відносять бактерії роду *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter* та інші представники сімейства *Enterobacteriaceae*, тобто грамнегативні палички, які не утворюють спор

і капсул, зброджують глюкозу і лактозу з утворенням кислоти і газу при температурі 37 °С протягом 24-48 год і не володіють оксидазною активністю. Селективним для БГКП є живильне середовище Ендо, на якому вони ростуть у вигляді темно-червоних колоній з металевим блиском (*E. coli*), червоних без блиску, рожевих або прозорих з червоним центром або краями колоній.

Наявність БГКП у воді свідчить про колишнє фекальне забруднення і відповідно — про можливу контамінацію води патогенними мікроорганізмами кишкової групи. Кількісно наявність БГКП характеризується двома показниками: індексом БГКП і титром БГКП. Індекс БГКП (колі-індекс) — це кількість бактерій групи кишкових паличок в 1 л води, титр БГКП (колі-титр) — це найменша кількість досліджуваної води (в мілілітрах), в якій виявляється хоча б одна БГКП.

Вода безпечна в епідемічному відношенні, якщо її коли-індекс не перевищує 3, а коли-титр не менше 300.

Показниками свіжого фекального забруднення є БГКП, які зброджують лактозу до кислоти і газу при температурі 43-44,5 °С за 24 ч.

Санітарно-хімічні показники епідемічної безпеки води свідчать насамперед про наявність у воді органічних речовин і продуктів їх руйнування. Органічні речовини, що є природними продуктами життєдіяльності теплокровних тварин і людини, це субстрати існування як сапрофітів шкіри і слизових оболонок, так і патогенних мікроорганізмів. Тому підвищені рівні органічного забруднення води опосередковано свідчать про можливість її епідемічної небезпеки.

До санітарно-хімічних показників відносять: *перманганатну та біхроматну (ХСК) окислюваність, біохімічне споживання кисню (БСК), розчинений кисень, хлориди, азот амонійних солей, нітритів, нітратів.*

Поява даних сполук у воді може свідчити про забруднення джерела і про потрапляння в нього патогенних мікроорганізмів. В окремих випадках зміна кожного санітарно-хімічного показника може мати іншу природу, не пов'язану з антропогенним (техногенним) забрудненням води.

Визнати воду забрудненою можна лише за таких умов: 1) в воді підвищуються не один, а кілька санітарно-хімічних показників (виняток становить розчинений кисень, вміст якого при забрудненні знижується); 2) у воді одночасно зі змінами санітарно-хімічних показників виявлено підвищення мікробного числа та індексу БГКП; 3) можливість забруднення підтверджується даними санітарного обстеження.

2. Стандартизація якості питної водопровідної води

Наукове обґрунтування гігієнічних вимог і нормативів якості питної води є підставою для розробки і затвердження офіційних нормативних документів (державних стандартів, санітарних правил і норм), впровадження яких в практику водопостачання населення є одним з найважливіших профілактичних заходів.

Стандартизація якості питної води має глибоке історичне коріння. Перший Міжнародний стандарт якості питної води був розроблений експертами ВООЗ в 1958 р, а Європейський стандарт - в 1961 р. У період 1978-1982 рр. на зміну цим стандартам під егідою ВООЗ було розроблено «Керівництво з контролю якості питної води», переглянуте в 1994 р. Нормативи, наведені в документі, носять рекомендаційний характер і використовуються в якості орієнтира при розробці національних стандартів у багатьох країнах світу. В даний час в Україні та інших країнах СНД затверджено нові національні стандарти, що враховують рекомендації ВООЗ і сучасні дані про вплив окремих інгредієнтів питної води на здоров'я населення.

Порівняльна характеристика показників якості питної води за різними стандартами наведено в табл. 4-8.

Сучасні санітарні правила і норми¹ (далі - СанПіН) регламентують гігієнічні вимоги до якості питної води, яка подається централізованими системами господарсько-питного водопостачання та призначеної для споживання населенням в питних і побутових цілях, для використання в процесах переробки продовольчої сировини і виробництва харчових продуктів, їх зберігання і торгівлі, а також для виробництва продукції, що вимагає застосування води питної якості, незалежно від типу джерела водопостачання (поверхневий, підземний), системи обробки води на водопровідній станції та кількості споживачів.

У СанПіН в порівнянні з ГОСТом 2874-82 збільшено кількість показників, за якими контролюється якість питної води. Розширено перелік мікробіологічних показників епідеміологічної безпеки за рахунок кількості термотолерантних коліформних бактерій, спор сульфітредукуючих клостридій і колі-фагів (табл. 4).

У разі їх виявлення у повторно взятих пробах води, а також за епідеміологічними показаннями проводяться дослідження з визначення патогенних бактерій кишкової групи і ентеровірусів, обов'язковим є визначення паразитологічних показників, зокрема цист лямблій (табл. 4).

¹ДСанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання «(Україна).

Таблиця 4

Показники епідемічної безпеки питної води

Показник, одиниця виміру	Норматив	
	ГОСТ 2874-82	СанПіН

Мікробіологічні		
Кількість бактерій в 1 мл води (загальне мікробне число, ЗМЧ), КУО/мл	Не більше 100	Не більше 100*
Кількість бактерій групи кишкових паличок (колі-формних мікроорганізмів), тобто індекс БГКП, КУО/л	Не більше 3	Не більше 3 **
Кількість термостабільних кишкових паличок (фекальних коли-форм), тобто індекс ФК, КУО/100 мл	—	Відсутні ***
Кількість патогенних мікроорганізмів, КУО/л	—	Відсутні ***
Кількість коли-фагів, бій/л	—	Відсутні ***
<i>Паразитологічні</i>		
Кількість патогенних кишкових найпростіших (клітини, цисти) в 25 л води	—	Відсутні
Кількість кишкових гельмінтів (клітини, яйця, личинки) в 25 л води	—	Відсутні

* Для 95% проб води у водопровідній мережі, досліджуваної протягом року.

** Для 98% води, що надходить у водопровідну мережу і досліджуваної протягом року. При перевищенні індексу БГКП на етапі ідентифікації вирослих колоній додатково досліджують на наявність фекальних коли-форм.

*** Якщо виявлені фекальні коли-форми в 2 послідовно відібраних пробах, слід протягом 12 год починати дослідження води на наявність збудників інфекційних захворювань бактеріальної або вірусної етіології (по епідситуації).

Введено нові показники нешкідливості води за хімічним складом (табл. 5): інтегральні (окислюваність перманганатна, загальний органічний вуглець), а також вміст у питній воді барію, бору, кадмію, нікелю, ртуті, хрому, ціанідів, пестицидів (сумарно, а також окремих речовин з урахуванням конкретної ситуації).

До переліку токсикологічних показників нешкідливості хімічного складу питної води введені тригалометани (ТГМ), найнебезпечнішим серед яких є хлороформ. У 1994 р. Міжнародними нормами рекомендовано граничний вміст у воді суми ТГМ на рівні 0,2 мг/л і хлороформу на рівні 0,03 мг/л. Визначення ТГМ є обов'язковим при знезараженні води хлором. Згідно з вимогами ВООЗ, дотримання нормативів вмісту ТГМ не повинно бути досягнуто за рахунок погіршення знезараження.

Розширено перелік хімічних речовин, що надходять і утворюються у воді в процесі її обробки в системі водопостачання. Крім залишкового, вільного і зв'язаного хлору, залишкового озону, поліакриламідів і поліфосфатів передбачається визначення хлороформу (при хлоруванні води), формальдегіду (при озонуванні), активованої кремнекислоти, залишкових кількостей алюмінію, залізовмісних коагулянтів.

Таблиця 5

Токсикологічні показники нешкідливості хімічного складу питної води

Показник	Норматив (не більше), мг/л		Показник	Норматив (не більше), мг/л	
	ГОСТ 2874-82	СанПіН		ГОСТ 2874- 82	СанПіН
<i>Неорганічні компоненти</i>			<i>Органічні компоненти</i>		
Алюміній	0,5	0,2 (0,5) *	Тригалогенметани	—	0,1
Барій	—	0,1	(ТГМ, сума)	—	0,06
Берилій	0,0002	—	Хлороформ	—	0,01
Молібден	0,25	—	Дибромхлорметан	—	0,002
Мишьяк	0,05	0,01	Тетрахлоруглерод	—	0,0001 «
Поліакриламід залишковий	2,0	—	Пестициди (сума)	—	
Селен	0,001	0,01	<i>Інтегральні показники</i>		
Свинець	0,03	0,01	Перманганатна окислюваність	—	4,0
Стронцій	7,0	—	Загальний органічний вуглець	—	3,0
Нікель	—	0,1			
Нітрати	45,0	45,0			
Фтор: I—II клімат. пояс	1,5	1,5			
III пояс	1,2				
IV пояс	0,7				

* Величина, зазначена в дужках, допускається при обробці води реагентами, що містять алюміній. Перелік пестицидів, які підлягають контролю, встановлюють з урахуванням конкретної ситуації.

Передбачений щогодинний контроль за залишковими кількостями дезінфектантів у воді в процесі її знезараження на водопровідній станції. Концентрація повинна становити: залишкового вільного хлору - в межах 0,3—0,5 мг/л при тривалості контакту не менше 30 хв., залишкового зв'язаного хлору - 0,8-1,2 мг/л при тривалості контакту не менше 60 хв., при одночасній присутності у воді вільного і зв'язаного хлору їх загальна концентрація не повинна перевищувати 1,2 мг/л. Вміст залишкового озону повинен бути в межах 0,1-0,3 мг/л при тривалості контакту не менше 12 хв.

Внесено зміни до групи органолептичних показників: запропоновано нові одиниці виміру, введений показник вмісту фенолів (фенольний індекс), нафтопродуктів, поверхнево-активних речовин (табл. 6).

Вода не повинна містити не позначених в табл. 5 і 6 токсичних сполук і хімічних речовин, здатних змінювати її органолептичні властивості, у концентраціях, що перевищують межу стандартного аналітичного методу визначення. Крім того, беручи до уваги досить різноманітний природний склад води в джерелах водопостачання різних регіонів, для водопроводів, де непередбачена спеціальна обробка води, допускають більш м'які нормативи кольоровості, каламутності, загальної мінералізації, жорсткості, вмісту заліза, марганцю, сульфатів і хлоридів, зазначені в дужках (див. табл. 6). Питання щодо

застосування таких нормативів з урахуванням конкретної ситуації вирішує тільки головний державний санітарний лікар у відповідь на запит регіонів.

Таблиця 6

Органолептичні показники якості питної води

Показник, одиниця виміру	Норматив (не більше)	
	ГОСТ 2874-82	СанПіН
<i>Фізико-органолептичні</i>		
Запах, бали	2	2*
Каламутність, мг/л	1,5	0,5 (1,5)»
Кольоровість, градуси	20	20 (35) **
Присмак, бали	2	2*
<i>Хіміко-органолептичні</i>		
Водневий показник, рН	6,0-9,0	6,5-8,5
Залізо, мг/л	0,3(1,0)	0,3
Жорсткість загальна, мг-екв/л	7,0 (10,0)	7,0 (10,0)
Сульфати, мг/л	500	250(500)
Сухий залишок (мінераліз. загальна), мг/л	1000(1500)	1000(1500)
Поліфосфати залишкові, мг/л	3,5	—
Хлориди, мг/л	350	250 (350)
Мідь, мг/л	1,0	1,0
Марганець, мг/л	0,1	0,1
Цинк, мг/л	5,0	—
Хлорфеноли, мг/л	—	0,0003

* Показник розведення, ПР (до зникнення запаху, присмаку).

** Нефелометрические одиниці каламутності, НОК.

*** Зазначені в дужках величини допускаються з урахуванням конкретної ситуації.

Вперше в самостійну групу виділені показники радіаційної безпеки (табл. 7). Ідентифікація присутніх у воді радіонуклідів і вимірювання їх індивідуальної концентрації проводять при перевищенні нормативів загальної активності. Оцінку виявлених концентрацій проводиться відповідно до вимог норм радіаційної безпеки. Так, допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr в питній воді не повинні перевищувати 2 Бк/л кожен.

Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води (табл. 8), що характеризують адекватність мінерального складу біологічним потребам організму людини, ґрунтуються на доцільності різниці обліку не тільки максимально допустимих, але і мінімально необхідних рівнів ряду біогенних елементів. Враховуючи необхідність при підозрі на забруднення води невідомими токсичними сполуками в досить стислі терміни встановити ступінь її токсичності, передбачено застосування методу біотестування з використанням дафній, інфузорій або інших тест-об'єктів з подальшим розрахунком індексу токсичності води (не повинен перевищувати 50%).

Таблиця 7

Показники радіаційної безпеки питної води

Показник	Норматив (не більше), Бк/л	
	ГОСТ 2874-82	СанПіН
Загальна а-радіоактивність	—	0,1
Загальна β-радіоактивність	—	1,0

Примітка. Для особливих регіонів нормативи радіаційної безпеки питної води погоджуються з Головним державним санітарним лікарем України.

Таблиця 8

Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води

Показник, одиниця виміру	Норматив	
	ГОСТ 2874-82	СанПіН
Мінералізація загальна, мг/л	—	Від 100,0 до 1000,0
Жорсткість загальна, мг-екв/л	—	Від 1,5 до 7,0
Лужність загальна, мг-екв/л	—	Від 0,5 до 6,5
Магній, мг/л	—	Від 10,0 до 80,0
Фтор, мг/л	—	Від 0,7 до 1,5

3. Гігієнічне обґрунтування норм водоспоживання у населених пунктах

Гігієнічні вимоги стосуються не тільки якості води, що подається населенню, але і її кількості.

Мінімальна норма водопостачання тільки для задоволення питних і санітарно-побутових потреб людини повинна бути не менше 150 л/добу. Якщо врахувати всі інші потреби і взяти до уваги сучасний значно більш високий рівень санітарного благоустрою, слід визнати абсолютно обґрунтованою питому норму водоспоживання в містах — 600 л/добу, у сільській місцевості — 150 л/добу на 1 жителя (СНіП 2.04.02-84 «Водопостачання, зовнішні мережі та споруди»). Ця норма може змінюватися на 10-20% залежно від кліматичних та інших місцевих умов, а також від ступеня благоустрою. З урахуванням промислового водокористування вона становить у великих містах 750 л/добу на 1 жителя.

Добові витрати води, які залежать від багатьох факторів, перш за все обумовлені видом водопостачання (централізоване і децентралізоване).

В Україні в умовах централізованого господарсько-питного водопостачання, яким на початку ХХІ ст. було забезпечено більш 80% населення, питоме водоспоживання досягло в середньому 370 л/добу на 1 людину. Середньодобове споживання води в розрахунку на 1 жителя Києва становило 410-450 л/добу, а сільського мешканця при місцевому водопостачанні — 30-40 л/добу. Загальне добове водоспоживання (Q) в населеному пункті розраховують за формулою:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7$$

де Q_1 - добові витрати води на господарсько-питні та побутові потреби у житлових і громадських будівлях. Вони залежать від ступеня благоустрою з урахуванням коефіцієнта добової нерівномірності; Q_2 — витрати води на перспективу розвитку населеного пункту (15% від Q_1 і Q_3); Q_3 — витрати води на виробничі потреби промислових і сільськогосподарських підприємств. Визначають на підставі технологічних даних. При їх відсутності приймають рівними 25% від витрат, розрахованих, виходячи з питомого водоспоживання. Q_4 — витрати води для будинків відпочинку, санаторно-туристичних комплексів, дитячих таборів, не врахованих в Q_1 ; Q_5 — витрати води для поливу зелених насаджень і миття вулиць; Q_6 — витрати води на гасіння пожеж; Q_7 — додаткові витрати води з урахуванням місцевих особливостей, зокрема кліматичних умов. Приймають у розмірі 10-20% від Q_1 . При наявності в населеному пункті централізованої системи гарячого водопостачання до 40% води від загальних витрат надходить споживачам через окрему мережу.

Водоспоживання значною мірою залежить від ступеня благоустрою населеного пункту та його житлового фонду, а саме, збільшуються при його підвищенні. Виходячи з цього, були розроблені норми питомого господарсько-питного водоспоживання, які за погодженням з Міністерством охорони здоров'я були включені в ДБН 360-92 « Містобудування, планування і забудова міських і сільських поселень» (табл. 9). В зазначені норми входить витрата води в житлових будинках, гуртожитках, готелях, школах, дитячих дошкільних закладах, громадських установах, середніх і вищих навчальних закладах, а також на підприємствах культурно-побутового, комунального обслуговування та громадського харчування, за винятком будинків відпочинку, санаторно-туристичних комплексів, дитячих таборів. Крім цього враховують кліматичні

Таблиця 9

Норми господарсько-питного водопостачання у населених пунктах (ДБН 360-92)

Ступінь благоустрою районів	Середньодобова (за рік) норма господарсько-питного водопостачання на жителя фізико-географічних районів, л		
	Полісся, Західний лісостеп	Лісостеп	Степ
Водопровід, водовідведення, цент. гаряче водопостачання	280	290	300
Водопровід, водовідведення, місцеві водонагрівачі	200	210	230

умови, потужність джерела водопостачання, поверховість забудови, культурні традиції населення та інші місцеві умови. У деяких містах, завдяки розвитку водопровідної мережі, норми водоспоживання більш високі, наприклад до 400

л/добу. Вважається, що норма водоспоживання 500 л/добу — максимально доцільна. Добова витрата води на господарсько-питні та побутові потреби в житлових і громадських будівлях розраховується за формулою, м³/добу:

$$Q_{\text{сер. доб.}} = N \times q / 1000 ,$$

де N — розрахункова кількість жителів в районах житлової забудови з різним рівнем благоустрою q — питоме середньодобове водоспоживання на 1 жителя (за даними табл. 9), л / добу;

При розрахунках водоспоживання потрібно враховувати, що воду використовують нерівномірно як в окремі години доби, так і сезони року. Для цього середню норму водоспоживання приймають з так званими коефіцієнтами нерівномірності: добовим (відношення максимальних або мінімальних добових витрат води до середньодобових) і погодинних (відношення максимальних або мінімальних витрат води на годину до середньогодинних). Коефіцієнт добової нерівномірності складають $K_{\text{max}} = 1,1-1,3$, $K_{\text{min}} = 0,7-0,9$. Облік коефіцієнтів нерівномірності під час проектування водопроводу дає можливість забезпечити безперервну подачу води в години пік, в теплий період року, коли водоспоживання збільшується.

Окремо враховують витрати води на господарсько-побутові потреби на промислових підприємствах: 45 л за зміну на 1 працівника в гарячих цехах з тепловиділенням понад 83,68 кДж (20 ккал) на 1 м³ повітря в 1 год і 25 л за зміну — в інших. Крім загальних норм питомого господарсько-питного водоспоживання у населених пунктах, наведених в табл. 9, розроблені диференційовані норми витрат води окремими споживачами. У житлових будинках квартирного типу, гуртожитках, готелях ці норми встановлені з розрахунку на 1 жителя, в лікарнях — на 1 ліжко, в дитячих дошкільних установах - на 1 дитину, в навчальних закладах — на 1 учня та 1 викладача та ін. Ці норми вказані в СНіПі 2.04.01-85 «Внутрішній водопровід і каналізація будівель». У санаторіях і будинках відпочинку середньодобова витрата води на 1 ліжко становить при наявності у всіх житлових кімнатах ванн - 200 л, душів - 150 л. У дитячих таборах зі столовими, що працюють на сировині, і пральнями — 130 л/добу на 1 місце.

Витрата води на полив зелених насаджень і миття вулиць в теплий період року в середньому становлять 80-90 л/добу в розрахунку на 1 жителя. Якщо відома площа зелених насаджень вулиць і міських площ, кількість води розраховують по СНіПу 2.04.02-84.

Таким чином, сумарна потужність міського господарсько-питного водопроводу повинна забезпечувати всі потреби населеного пункту в доброякісній питній воді. Як свідчать спостереження, не тільки тривалі, але і короткочасні перерви в подачі води різко погіршують санітарно-побутові умови для людей. Недостатня кількість води в години максимального водорозбору призводить до зниження тиску у водопровідній мережі, що при порушенні герметичності труб

створює реальну загрозу забруднення води під час переміщення її від водопровідної станції до споживачів. Це призводить до погіршення якості води і стає причиною епідемічних спалахів кишкових інфекцій. Саме тому в практичній діяльності лікаря медико-профілактичної спеціальності перевірка розрахунків водоспоживання в населеному пункті при експертизі проектів водопостачання займає важливе місце.

Питання для самоконтролю

1. На які групи, виходячи з гігієнічних вимог, розділяють показники якості води?
2. Яку воду вважають нешкідливою за хімічним складом та з хорошими органолептичними властивостями?
3. Яка вода вважається безпечною в радіаційному та епідемічному відношенні?
4. Гігієнічне значення запаху, смаку і присмаку питної води.
5. Охарактеризуйте кольоровість, каламутність та прозорість води.
6. Температура води, її гігієнічне значення.
7. Показники, що характеризують природний хімічний склад води, їх коротка характеристика.
8. Охарактеризуйте показники нешкідливості води за хімічним складом (молібден, селен, фтор).
9. Гігієнічне значення у воді нітратів, свинцю, берилію та стронцію.
10. Назвіть хімічні речовини, небезпечні для здоров'я людей у зв'язку з техногенним надходженням їх в джерелами водопостачання, їх вплив на організм.
11. Як поступати, якщо в питній воді виявлені хімічні речовини з однаковим лімітуючим показником шкідливості.
12. Охарактеризуйте санітарно-мікробіологічні показники епідемічної безпеки води.
13. Санітарно-хімічні показники води, їх коротка характеристика.
14. За таких умов можна визнати воду забрудненою?
15. Які хімічні показники визначають при надходженні та утворенні речовин в процесі її обробки в системі водопостачання.
16. Як розраховують загальне добове водоспоживання в населеному пункті?

ТЕМА 3. ГІГІЄНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА І ВИМОГИ ДО ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ

1. Водозабезпеченість і водокористування в Європі та в Україні.
2. Джерела водопостачання, їх гігієнічна характеристика.
3. Системи водопостачання та їх гігієнічна характеристика.
4. Гігієнічні вимоги до якості води та вибір джерел централізованого водопостачання.
5. Гігієнічні вимоги до організації та експлуатації ЗСО джерел централізованого водопостачання.
6. Гігієнічні вимоги до централізованого та децентралізованого водопостачання населених місць. Схеми водопроводів.

1. Водозабезпеченість і водокористування в Європі та в Україні

Під водозабезпеченістю розуміють ступінь можливого задоволення оптимальних потреб водокористувача у воді за рахунок доступних для використання водних ресурсів.

Річковий стік Європи становить 2850 км³ води на рік, а водозабезпеченість на більшій її частині – від 100 до 5000 м³ на рік на одного жителя. Найбільш забезпечені водою у 80-ті роки минулого століття були Ісландія, Норвегія, Фінляндія, Росія (з урахуванням азійської частини території), найменше – Бельгія, Люксембург, Нідерланди. У структурі використання водних ресурсів Європи більше половини загального водокористування (51%) йде на потреби промисловості, 34% - сільського господарства і 15% - на комунальне водопостачання.

Водні ресурси України (зокрема річковий стік) є обмеженими і дуже нерівномірно розподіленими за територією. Якщо за даними В. Хільчевського в 1994 році водозабезпеченість в Україні (тис. м³ /на рік на людину) становила 1,71, то в 2000 році - з урахуванням транзитного стоку – 1,67, а питома величина водозабезпеченості на одного жителя (мешканця) України за рахунок місцевого стоку становить 0,57 тис. м³ в 2000 році. Цей показник в Білорусі за різними оцінками складає 3,3 –5,5, в Росії 25,4 –29,6, у Франції – 2,9 –4,5, Польщі – 1,4 –1,7 тис. м³.

Прогнозовані ресурси підземних вод становлять 22,5 км³/рік, з яких 30,2% — експлуатаційні запаси. Майже 70% сіл та селищ міського типу задовольняють потреби у питній воді за рахунок ґрунтових вод, або більш глибоких міжпластових водоносних горизонтів. Населення і промисловість України щорічно використовують майже 30 км³, сільське господарство — 10,9 км³ води. Загальне використання підземних вод становить 4,57 км³/рік.

За даними Європейської комісії ООН, держава, водні ресурси якої на одну людину складають менш ніж 1,5 тис. м³ (на рік), вважається водонебезпеченою. Отже, Україна належить до найменш водозабезпечених районів Європи.

2. Джерела водопостачання, їх гігієнічна характеристика

Атмосферні води утворюються в результаті конденсації водяної пари і випадають на поверхню землі у виді дощу, снігу, граду, роси і туману. Вони містять забруднення: зважені частинки (пил), сірки діоксид, азоту оксиди, вуглеводні (в тому числі і бенз(а)пірен), сірковуглець, різні аерозолі (в тому числі важких металів) тощо, але є дуже м'якими. Крім того, на вміст зважених речовин і рівень контамінації мікроорганізмами помітно впливають спосіб і умови збору і зберігання атмосферних вод.

В сільській місцевості, де немає підземних і поверхневих джерел прісної води, дощову воду найчастіше збирають з дахів будинків. Така вода є епідемічно небезпечною, тому для використання в питних цілях її потрібно знезаражувати кип'ятінням.

Підземні води утворюються головним чином з атмосферних вод, які проникають в глибші шари ґрунту і накопичуються там у виді підземних водостоків або водосховищ (рис.3.1).

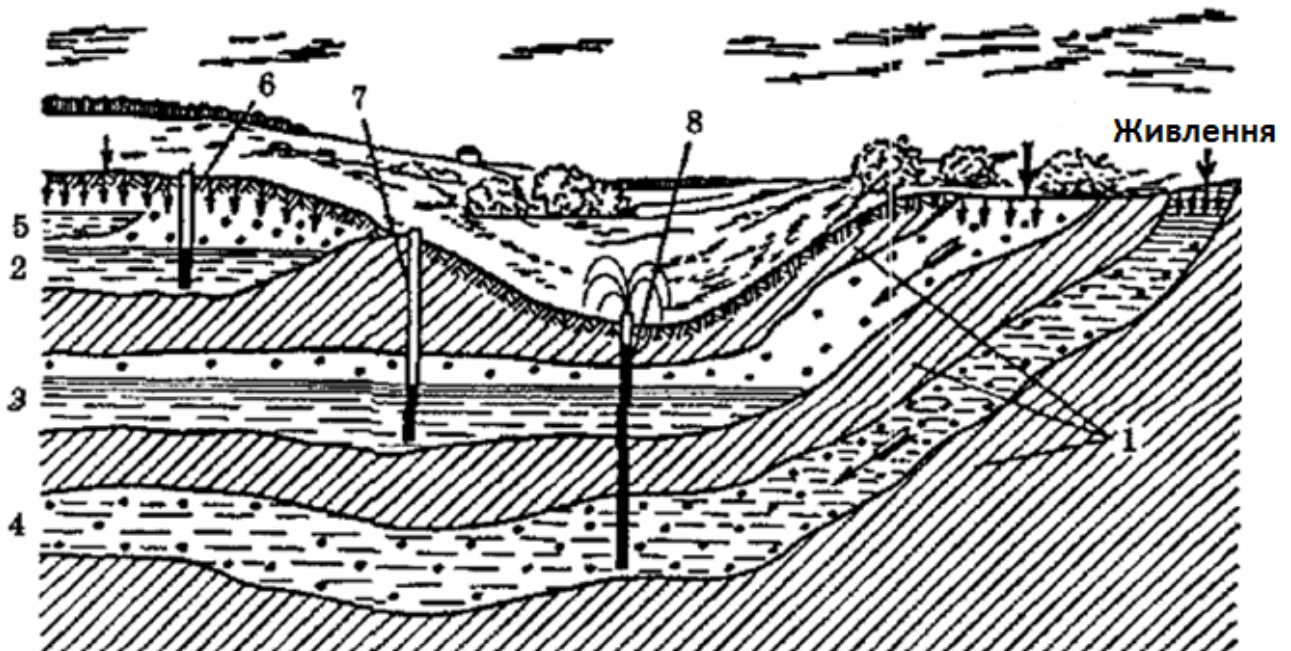


Рис. 3.1. Схема залягання підземних вод:

1 — водонепроникні шари; 2 — горизонт ґрунтових вод; 3 — горизонт міжпластових ненапірних вод; 4 — горизонт міжпластових напірних вод; 5 — верховодка; 6 — колодязь, що живиться ґрунтовою водою; 7 — свердловина, що живиться міжпластовою ненапірною водою; 8 — свердловина, що живиться міжпластовою напірною (артезіанською) водою.

Накопичення і рух підземних вод залежать від будови порід, які діляться на водонепроникні і водопроникні. Водонепроникними є глина, вапняки, граніт. До водопроникних відносяться: пісок, супісок, гравій, галечник, тріщинуваті породи. Глибина залягання підземних вод коливається від 1-2 до декількох десятків і тисяч метрів.

Залежно від умов формування виділяють три типи підземних вод: *верховодку, ґрунтові і міжпластові (напірні і ненапірні)*.

Верховодка знаходиться переважно у верхньому шарі (2-3 м) землі, накопичуючись над першим водопроникним шаром. Залежно від сезону року ці води знаходяться на різній глибині, а в період засухи вони можуть зовсім зникати. Тому верховодку використовують у виключно рідкісних випадках при відсутності інших джерел водопостачання. Крім того, внаслідок поверхневого залягання вона є перешкодою для експлуатації підземних споруд.

Ґрунтові води збираються над першим шаром водонепроникних порід (глина, граніт, вапняк). Залежно від місцевих умов глибина залягання ґрунтових вод коливається від 1-2 до декількох десятків метрів.

Вони характеризуються непостійним режимом, який залежить від гідрометеорологічних факторів: частоти випадання і кількості опадів, наявності відкритих водойм. В результаті цього реєструються сезонні коливання рівня стояння, дебіту, хімічного та бактеріального складу ґрунтових вод. З гігієнічної точки зору визначальним для якості ґрунтових вод є санітарний стан ґрунту і глибина залягання ґрунтових вод. У разі неглибокого їх розміщення ймовірність потрапляння забруднення підвищується.

Ґрунтові води мають більш-менш постійний фізико-хімічний склад і кращу якість, ніж поверхневі. Фільтруючись через шар ґрунту, вони переважно стають прозорими, безбарвними, не містять патогенних мікроорганізмів. При створенні водопроводу з використанням ґрунтових вод в якості джерела водопостачання передбачають їх штучне поповнення за допомогою спеціальних інженерно-технічних споруд.

Ґрунтові води можуть мати гідравлічний зв'язок з розташованими поблизу поверхневими водоймами, поповнюючи запаси ґрунтової води. *Міжпластові підземні води* залягають між двома водонепроникними шарами. Глибина залягання міжпластових вод коливається від десятків і сотень до тисячі метрів і більше. Поповнення міжпластових вод може відбуватися лише в місцях виклинювання водоносного горизонту на поверхні. Зазвичай зони живлення залягають на значній (сотні кілометрів) відстані від місця водозабору.

Залежно від умов залягання міжпластові води можуть бути *напірними або не напірними*. Завдяки надмірному тиску в джерелі напірна вода виливається на поверхню, а ненапірні води не здатні підніматися самостійно.

Міжпластові води, в зв'язку з умовами їх формування та залягання, надійністю перекриття водотривкими шарами, постійністю складу і досить великим дебітом, мають явні переваги перед іншими джерелами водопостачання. Їм притаманні позитивні органолептичні властивості, фізіологічно сприятливий мінеральний склад, відсутність або дуже низький вміст шкідливих (токсичних) хімічних речовин, епідемічна безпека. Тому їх використовують без попередньої обробки.

Техногенний вплив призводить до погіршення якості міжпластової води. Забруднення можуть потрапляти з розташованих вище горизонтів при пошкодженні водотривкого перекриття, при порушеннях під час буріння свердловин, при їх неправильному влаштуванні та експлуатації, відсутності тампонування у процесі виведення з експлуатації і т. п.

Джерельна вода. Підземні води, які самостійно виходять на поверхню, називають джерелами, які діляться на *низхідні і висхідні*. Висхідні джерела утворюються при виході на поверхню міжпластових напірних вод, низхідні — ґрунтових вод. Забирають джерельну воду для господарських потреб за допомогою водозабірних споруд — каптажів.

До поверхневих водойм належать річки, проточні та непроточні озера, водосховища, струмки. Поверхневі водойми живляться за рахунок як атмосферних опадів, так і підземних вод. Хімічний склад води в них в основному залежить від гідрометеорологічних умов та характеру ґрунтів на території водозбору, їх забрудненості.

Для поверхневих водойм характерні велика кількість зважених речовин, низька прозорість, підвищена кольоровість, більш високий вміст органічних сполук, наявність автохтонної мікрофлори, наявність у воді розчиненого кисню.

Для відкритих водойм характерно мінливість якості води, яке може змінюватися залежно від сезону року і навіть погоди. Відкриті водойми легко забруднюються ззовні, тому вони потенційно небезпечні.

Основним джерелом забруднення є стічні води, які утворюються внаслідок використання води в побуті, на промислових підприємствах, тваринницьких і птахівничих комплексах і т. п. Також водойми можуть забруднюватися внаслідок їх використання для транспортних (пасажирське та вантажне пароплавство, лісосплав) цілей, під час роботи в руслах річок, водою тварин, проведення спортивних змагань, відпочинку населення.

Однак яким би значним не був рівень природного забруднення, водойми протистоять йому, намагаються позбутися шкідливих речовин і, нарешті, справляються з цим.

Джерелами води для централізованої системи господарсько-питного водопостачання можуть служити як прісні поверхневі водойми (річки, озера, водосховища, канали тощо), так і підземні води (міжпластові — напірні і

ненапірні). В умовах децентралізованого (місцевого) водопостачання частіше використовують підземні (грунтові) води, а також джерела. В аридній зоні при відсутності інших джерел водопостачання широко використовують атмосферні (дощові) води. Крім того, у світовій практиці розглядають можливості водопостачання населених місць (і морських транспортних засобів) за рахунок айсбергів Гренландії та Антарктиди, а також опрісненої морської води (Каспійське море, Мексиканська затока). Питома вага використання тих чи інших вододжерел в різних країнах істотно відрізняються.

3. Характеристика та класифікація систем водопостачання

Водопостачання – це сукупність заходів із забезпечення водою різних користувачів (населення, промисловості, транспорту тощо). Комплекс інженерних споруд, які здійснюють водопостачання, називають системою водопостачання, або водопроводом.

Централізоване господарсько-питне водопостачання — це сукупність заходів та споруд щодо забезпечення населених пунктів доброякісної питною водою в достатній кількості, які передбачають *механізований забір води з джерел, її очищення, знезараження* і при необхідності спеціальну обробку і доставку споживачам мережею водопровідних труб. Цей вид водопостачання, в порівнянні з *місцевим (децентралізованим)*, є більш зручним і істотно підвищує санітарний рівень і покращує епідемічне благополуччя населених пунктів. Його перевагами є: 1) можливість вибрати найкраще джерело води; 2) забезпечити санітарну охорону джерела; 3) передбачити при необхідності можливість поліпшення якості води; 4) забезпечити населення необхідною кількістю якісної питної води; 5) забезпечити належний технологічний та гігієнічний контроль за режимом підготовки і якістю питної води. При цьому конкретні споживачі мають можливість брати воду або з вуличних водорозбірних пристроїв (колонок), або з водопровідних кранів в будинках.

У разі місцевого водопостачання споживач бере воду безпосередньо з джерел за допомогою водозабірної споруди, наприклад, ґрунтову воду з шахтних колодязів, джерельну — з каптажів. Такий спосіб водопостачання широко поширений у сільській місцевості.

Системи водопостачання, що зустрічаються на практиці, можна класифікувати за наступними ознаками:

- за територіальним охопленням споживачів - локальні (міцеві); централізовані; групові або районні;
- за призначенням (видом обслуговуваних об'єктів) - комунальні (для міст і селищ); залізничні; сільськогосподарські (для тваринницьких ферм, пасовищ і т.п.); виробничі, які, в свою чергу, підрозділяються за галузями промисловості (водопроводи хімічних комбінатів, теплових електростанцій, металургійних

заводів і т.п.) і за кратністю використання води (прямотечійна, з повторним використанням води, оборотна); комбіновані;

- за видом використовуваного природного джерела - поверхневі, підземні й змішаного живлення;
- за якістю води - господарсько-питні; технічні; протипожежні; спеціальні; об'єднані;
- за вертикальним розташуванням - однозонні й зонні;
- за способами подачі води - самопливні (гравітаційні); з механічною подачею (перекачування води насосами); комбіновані;
- залежно від якості вихідної води і вимог водоспоживачів - з влаштуванням споруд з поліпшення якості води і без них;
- за тривалістю роботи - що постійно діють, тимчасово діють, сезонно діють;
- за ступенем надійності - 1, 2 і 3 категорії залежно від допустимої тривалості перерви і зниження подачі води.

4. Гігієнічні вимоги до якості води та вибір джерел централізованого господарсько-питного водопостачання

З гігієнічної точки зору оптимальною є ситуація, коли вода в джерелах водопостачання повністю відповідає сучасним уявленням про доброякісну питну воду. Така вода не потребує обробки, і важливо лише не погіршити її якість на етапах забору з джерела і подачі споживачам. Такими джерелами можуть бути підземні міжпластові води, найчастіше - артезіанські (напірні). В інших випадках вода джерел, особливо поверхневих, потребує поліпшення якості. Незважаючи на постійне удосконалення методів водопідготовки, їх можливості мають певні технологічно та економічно обґрунтовані обмеження. Вода джерел централізованого господарсько-питного водопостачання повинна бути такою, щоб сучасні методи водопідготовки дозволили отримати доброякісну питну воду, яка за всіма показниками відповідала б ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Вимоги щодо якості води централізованого і нецентралізованого питного водопостачання охоплюють 80 показників і подано 10 окремими групами: 1 група — 8 мікробіологічних показників; 2 група — 1 вірусологічний показник; 3 група — 2 паразитологічних показника; 4 група — 1 мікологічний показник; 5 група — 5 показників рівня токсичності; 6 група — 2 показника радіаційної безпеки; 7 група — 4 органолептичних показника; 8 група — 17 хімічних показників якості, що впливають на органолептичні властивості питної води; 9 група — 28 токсикологічних показників нешкідливості хімічного складу (з них: 20 неорганічних, 6 органічних компонентів і 2 інтегральні показники); 10 група — 12 речовин, що утворюються і надходять у питну воду під час водопідготування.

Особливої уваги заслуговують ті показники якості води, які мало змінюються в процесі звичайної обробки, що передбачає освітлення, знебарвлення і знезараження. Така обробка неефективна щодо розчинених у воді хімічних речовин. Навіть спеціальні методи водопідготовки дають можливість зменшити вміст лише деяких з них. Тому під час організації водопостачання населених пунктів бажано їх уникати, хоча відсутність прісноводних джерел іноді змушує опріснювати солону морську воду.

Викладене вище обумовлює жорстке обмеження у воді всіх джерел централізованого господарсько-питного водопостачання вмісту сухого залишку, хлоридів, сульфатів, розчинених хімічних (особливо токсичних) речовин, загальної жорсткості тощо.

Оскільки підземні та поверхневі вододжерела мають природні особливості, а також різну ступінь захисту від несприятливого впливу антропогенних факторів, гігієнічні вимоги до якості води в них за всіма іншими показниками дещо відрізняються.

Серед підземних джерел є такі, вода яких взагалі не потребує обробки, оскільки володіє хорошими органолептичними властивостями, епідемічно безпечна, нешкідлива за хімічним (в тому числі радіаційним) складом, фізіологічно повноцінна. Ця вода повністю відповідає уявленням про доброякісну питну воду і може подаватися населенню без обробки.

Таким чином, підземні та поверхневі вододжерела залежно від якості води і методів водопідготовки ділять на три класи (табл. 10,11).

З урахуванням умов формування, серед них немає вододжерел з абсолютно прозорою і безбарвною водою, що не містять мікроорганізмів і не потребують обробки. Тому їх якість можна забезпечити фільтрацією без коагуляції або застосуванням невеликих доз коагулянту і знезараження.

Таблиця 10

Показники якості води підземних джерел водопостачання

Показник	Клас вододжерела		
	I	II	III
Каламутність, мг/л	Не більше 1,5	Не більше 1,5	Не більше 10
Кольоровість, градуси	Не більше 20	Не більше 20	Не більше 50
Водневий показник (рН)	6-9	6-9	6-9
Вміст заліза, мг/л	Не більше 0,3	Не більше 10	Не більше 20
Вміст марганцю, мг/л	Не більше 0,1	Не більше 1	Не більше 2
Вміст сірководню, мг/л	—	Не більше 3	Не більше 10
Вміст фтору, мг/л	0,7—1,5*	0,7—1,5*	Не більше 5
Окислюван. перманган., мгО ₂ /л	Не більше 2	Не більше 5	Не більше 15
Кількість бактерій групи кишкових паличок (БГКП) в 1 л	Не більше 3	Не більше 100	Не більше 1000

Показники якості води поверхневих джерел водопостачання

Показник	Клас вододжерела		
	I	II	III
Каламутність, мг/л	Не більше 20	Не більше 1500	Не більше 10 000
Кольоровість, градуси	Не більше 35	Не більше 120	Не більше 200
Запах при тем-рі 20 і 60 °С, бал	Не більше 2	Не більше 3	Не більше 4
Водневий показник (рН)	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5
Вміст заліза, мг/л	Не більше 1	Не більше 3	Не більше 5
Вміст марганцю, мг/л	Не більше 0,1	Не більше 1	Не більше 2
Вміст фітопланктону: мг/л, або кількість клітин в 1 см ³	Не більше 1	Не більше 5	Не більше 50
Окислюв. перманганатна, мгО ₂ /л	Не більше 7	Не більше 15	Не більше 20
БСК _{Г0} , мгО ₂ /л	Не більше 3	Не більше 5	Не більше 7
Кількість лактопозитивних кишкових паличок в 1 л води	Не більше 1000	Не більше 10 000	Не більше 50 000

Задля очищення води II класу застосовують традиційні методи обробки: для видалення фітопланктону — мікрофільтрацію, для освітлення і знебарвлення — коагуляцію з відстоюванням (або освітлення в масі зваженого осаду) і подальшою фільтрацією; коагуляцію з двоступеневою фільтрацією, контактне освітлення і обов'язково знезараження.

Для вод III класу треба проводити додаткову обробку: для усунення каламутності води — додаткову ступінь відстоювання, запаху — застосування окислювачів і сорбентів, бактеріальної забрудненості — більш ефективно знезараження.

Якщо вода поверхневої водойми не відповідає гігієнічним вимогам, тобто за якістю не відповідає навіть III класу (за деякими або навіть за одним показником), то її не можна використовувати для централізованого господарсько-питного водопостачання, так як сучасні методи водопідготовки не дають можливості отримати з води таких водойм доброякісну питну воду.

Гігієнічно обґрунтований вибір джерела є передумовою забезпечення населення доброякісною питною водою в достатній кількості. Це одне з відповідальних завдань, від вирішення якого залежить здоров'я споживачів, санітарно-побутові умови проживання і благоустрій населеного пункту.

Вибір джерела водопостачання заснований на кількох принципах.

Перший принцип заснований на необхідності забезпечення споживача доброякісною питною водою. Перевагу віддають джерелу, в якому якість води вище — джерела I класу, вода яких взагалі не вимагає обробки.

Другий принцип — це принцип санітарної надійності відносно ймовірності його забруднення. В санітарному відношенні надійніші порівняно з поверхневими

є міжпластові напірні (артезіанські) води, далі міжпластові ненапірні та ґрунтові води за умови штучного поповнення. Проточні водойми (річки) завжди мають перевагу над непротічними (озерами, водосховищами).

Під час вибору джерела централізованого господарсько-питного водопостачання, крім якості води та санітарної надійності, враховують достатність запасів води для задоволення потреб населеного пункту, визначають місця водозабору і оцінюють можливість організації зон санітарної охорони.

Гігієнічні принципи, покладені в основу вибору джерела водопостачання, вимоги до якості води в підземних і поверхневих джерелах, порядок здійснення вибору відображені в ГОСТі 2761-84 «Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання. Гігієнічні, технічні вимоги і правила вибору».

5. Гігієнічні вимоги до організації та експлуатації ЗСО джерел централізованого водопостачання

Для забезпечення санітарно-епідеміологічної надійності джерел централізованого господарсько-питного водопостачання та водопровідних очисних споруд встановлюють ЗСО. Їх організують на всіх водопроводах — річкових і артезіанських, на діючих і споруджуваних або тільки спроектованих. Основним завданням ЗСО є охорона від забруднення джерел централізованого водопостачання, місць водозабору, а також водопровідних споруд та прилеглих територіях. Проектування та експлуатація ЗСО джерел централізованого водопостачання та водопроводів, що подають воду господарсько-питного призначення, здійснюється відповідно до «Положення про порядок проектування та експлуатації зон санітарної охорони джерел водопостачання і водопроводів господарсько-питного призначення». Організацію ЗСО починають з розробки проекту. Визначають межі ЗСО і її поясів і намічають план заходів щодо поліпшення санітарного стану ЗСО шляхом усунення існуючого та попередження можливого забруднення джерела централізованого водопостачання та погіршення якості води на етапах забору, водопідготовки та подачі її населенню.

ЗСО включають три пояси особливого режиму. Перший — пояс суворого режиму - охоплює територію і акваторію розміщення водозаборів, майданчиків головних споруд водопроводу і водопідвідного каналу. Другий і третій — пояс обмежень і пояс спостережень — охоплюють територію, призначену для охорони від забруднення джерела водопостачання. Санітарну охорону водопроводів забезпечують санітарно-захисною смугою.

Перший пояс ЗСО (суворого режиму) встановлюють з метою виключення випадкового або умисного забруднення води в місці розташування водозабору і на етапах водопідготовки на головних очисних спорудах водопроводу. *Другий і третій пояси ЗСО (обмежень і спостережень)* призначені для попередження несприятливого впливу на якість і кількість води використовуваних або

планованих до використання підземних і поверхневих джерел централізованого господарсько-питного водопостачання.

В першу чергу ЗСО необхідно створювати біля поверхневих джерел, які швидко і легко забруднюються.

Зона санітарної охорони поверхневого джерела водопостачання є територією, що охоплює використовуване водоймище і частково басейн його живлення. На цій території встановлюється режим, що гарантує надійний захист джерела водопостачання від забруднення і забезпечує необхідні санітарні якості води.

Перший пояс (пояс «суворого режиму») охоплює водоймище в місці забору води і територію розташування головних водопровідних споруд (водоприймачі, насосні й очисні станції, резервуари). Територію поясу захищають від доступу сторонніх осіб і оточують зеленими насадженнями. Постійне перебування людей в першій зоні не допускається. Межі першого поясу для річки або каналу встановлюють: вгору за течією - не менше 200 м від водозабору; вниз за течією — не менше 100 м від водозабору; по прилеглому берегу до водозабору — не менше 100 м від лінії урізання води при максимальному рівні.

Межі першого поясу санітарної охорони водосховища або озера, які використовують як вододжерело, встановлюють: по акваторії на всіх напрямках — не менше 100 м від водозабору; по прилеглому берегу до водозабору — не менше 100 м від лінії урізання води при максимальному рівні. На водозаборах ковшового типу в перший пояс входить вся акваторія ковша.

Другий пояс зони санітарної охорони включає територію по обидві сторони річки на відстані 500-1000 м (залежно від рельєфу місцевості) вгору за течією виходячи з пробігу води від меж поясу до водозабору при витраті води 95% забезпеченості в строк до 3 діб, вниз за течією — не менше 100 м.

Третій пояс зони санітарної охорони включає джерело водопостачання і басейн його живлення, тобто всі території і акваторії, які впливають на формування якості води джерела.

Межі території третього поясу річки або каналу визначають виходячи з можливості забруднення водоймища стійкими хімічними речовинами: вгору за течією, виходячи з пробігу води від меж поясу до водозабору при витраті води 95% забезпеченості в строк до 5 діб; вниз за течією — не менше 250 м; бічні межі — по вододілу. Для водосховища або озера межі третього поясу встановлюють, виходячи з тривалості протікання води від них до водозабору в течію не менше 5 діб при максимальній швидкості течії.

Межі першого поясу підземних вод встановлюють на наступній відстані від водозабору: для надійно захищених горизонтів — не менше 30 м; для незахищених, недостатньо захищених горизонтів і інфільтраційних водозаборів — не менше 50 м. Очевидно, що для інфільтраційних водозаборів в межі першого

поясу необхідно включати прибережну територію між водоймищем і водоприймальною спорудою.

Для одиночних колодязів, які розташовані на території, що виключає забруднені ґрунти, відстань від них до огорожі допускається відповідно до 15 і 25 м.

Другий пояс (зона обмежень) — є територія, для якої вводяться певні обмеження її використання з тим, щоб запобігти можливості забруднення експлуатованого водоносного пласта. Межі другого поясу встановлюють залежно від місцевих гідрогеологічних умов і характеру використання підземного потоку. Розрахунок враховує час мікробного забруднення води (його просування від меж поясу до водозабору від 100 до 400 діб). У цій зоні не допускаються які-небудь роботи, пов'язані з порушенням порід, що перекривають зверху водоносний пласт.

Межа третього поясу визначається розрахунком, що враховує час просування хімічного забруднення води до водозабору, яке повинне бути більше прийнятої тривалості експлуатації водозабору, але не менше 25 років.

Межа першого поясу зони санітарної охорони майданчика водоочисних споруд повинна співпадати з її огорожею, яку розташовують на відстані: не менше 30 м від стін запасних і регулюючих ємкостей, фільтрувальних споруд і насосних станцій; не менше 10 м від стін або конструкцій стовбура водонапірної башти; відстані від стін решти приміщень слід приймати за СНіП. При прокладці водоводів по незабудованій території зону санітарної охорони належить передбачати у вигляді смуги завширшки в обидві сторони від крайніх ліній: за відсутністю ґрунтових вод або руху їх від водоводів при діаметрі до 1000 мм — 10 м, при діаметрі більше 1000 мм — 20 м, а при русі ґрунтових вод у напрямі до водоводу незалежно від їх діаметру - не менше 50 м. При проходженні водоводів по забудованій території допускається зменшення ширини смуги зони санітарної охорони.

5. Гігієнічні вимоги до централізованого та децентралізованого господарсько-питного водопостачання населених місць. Схеми водопроводів

Основні складові водопроводу: 1) джерело водопостачання (підземний або поверхневий); 2) водозабірні споруди; 3) водопідйомні споруди (насосні станції); 4) очисні споруди; 5) споруди для накопичення запасів води; 6) споруди для доставки і розподілу води (водоводи, водопровідна мережа, водорозбірні споруди на мережі).

Схема водопроводу є індивідуальною і залежить перш за все від якості води в джерелі. Пропонують кілька варіантів таких схем (принципові схеми водопроводів наведені на рис. 3.2. і 3.3.).

Схеми водопроводів з підземних джерел водопостачання. У випадку використання артезіанських (міжпластових напірних), а також інших підземних

джерел, вода яких є доброякісною, відповідає стандартам на питну воду і не вимагає обробки (підземні джерела I класу за ГОСТом 2761-84), схемою водопроводу передбачено: підземне джерело водопостачання (міжпластові напірні або ненапірні води); артезіанська свердловина (водозабірна споруда); насос I підйому (водопідйомна споруда); резервуар чистої води; насосна станція II підйому (для подачі і створення тиску у водопровідній мережі); водопровідна мережа.

Якщо вода підземного джерела епідемічно безпечна, але має підвищений вміст заліза або сірководню, або фтору (підземні джерела II або III класу за ГОСТом 2761-84), вона вимагає спеціальних методів обробки: знезалізнення, дегазацію, дефторування. При цьому, незважаючи на епідемічну безпеку води в джерелі, після використання якого-небудь або спеціального методу її слід знезаражувати. У цих умовах схема водопроводу включає: підземне джерело водопостачання; артезіанську свердловину; насос I підйому; спеціальні методи обробки; споруди для знезараження; резервуар чистої води; насосну станцію II підйому; водопровідну мережу.

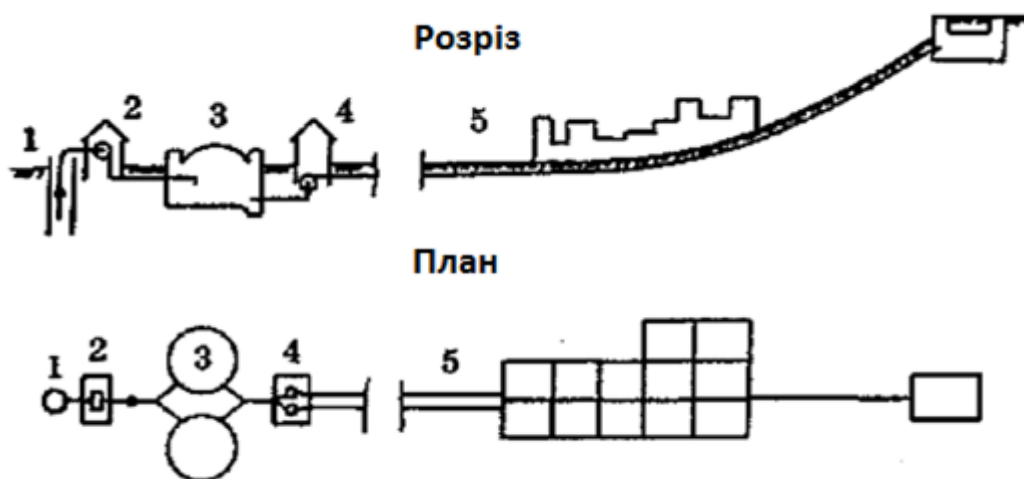


Рис. 3.2. Схема господарсько-питного водопроводу при заборі води з підземного джерела:
1 — вододжерело; 2 — насосна станція I підйому; 3 — резервуар чистої води; 4 — насосна станція II підйому; 5 — водопровідна мережа

Вода підземних джерел III класу за ГОСТом 2761-84 іноді, зокрема у разі гідравлічного зв'язку з поверхневими водоймами, може мати дещо підвищену каламутність і кольоровість, а тому вимагає освітлення і знебарвлення. Крім того, вона може бути епідемічно небезпечною. Тому необхідно передбачити її знезараження. Якщо при цьому вона вимагає спеціальної обробки (наприклад, дефторування), то схема водопроводу повинна складатися з наступних елементів: підземного джерела водопостачання; артезіанської свердловини; насоса I підйому; споруди для освітлення і знебарвлення; для спеціальної обробки, для знезараження; резервуара чистої води; насосної станції II підйому; водопровідної мережі.

Схема локального водопроводу для водопостачання декількох окремо розташованих об'єктів або однієї будівлі включає: джерело водопостачання

(міжпластові або ґрунтові води, бажано I класу за ГОСТом 2761-84); водозабірна споруда (артезіанську свердловину або трубчастий, шахтний колодязь); водопідйомна споруда (насос); водонапірну вежу або водонапірний бак, розміщений на останньому технічному поверсі будівлі; розподільну водопровідну мережу труб, якщо воду підводять до будинків або буюет.

Схеми водопроводів з поверхневих джерел водопостачання. У разі поверхневих джерел I класу за ГОСТом 2761-84 з маломутною (каламутність до 20 мг / дм³) і мало забарвленою (кольоровість до 35°) водою при незначному добовому водоспоживанні (до 1000 м³ / добу) освітлення і знебарвлення можна досягти природним відстоюванням в ковші (водозабірній споруді) з подальшою фільтрацією на повільних фільтрах. Схема водопроводу повинна включати: поверхнєве джерело водопостачання; ківш (водозабірна споруда); береговий водоприймальний колодязь; насосну станцію I підйому; камеру гасіння напору; повільний фільтр; споруди для знезараження; резервуар чистої води; насосну станцію II підйому; водопровідну мережу.

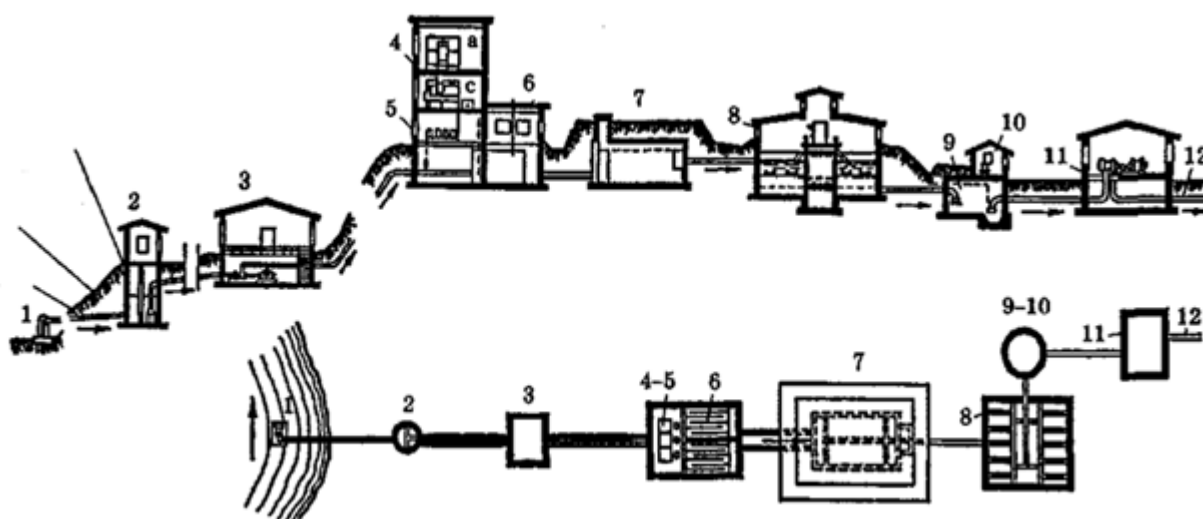


Рис. 3.3. Схема очисних споруд при заборі води з річки:

- 1 — забір води з річки; 2 — водоприймальний колодязь; 3 — насосна станція I підйому;
- 4 — споруда коагуляції (бак для розчину коагулянту; 5 — хлораторна I хлорування;
- 6 — камера реакції; 7 — відстійники; 8 — швидкі фільтри; 9 — резервуар чистої води;
- 10 — хлораторна II хлорування; 11 — насосна станція II підйому; 12 — водопровідна мережа

Для поверхневих джерел II, а іноді і III класу схема водопроводу повинна передбачати: поверхнєве джерело; ківш (водозабірна споруда); береговий водоприймальний колодязь; насосну станцію I підйому; камеру гасіння напору, яка одночасно виконує функції змішувача води з розчином коагулянту; камеру реакції; відстійник; швидкий фільтр; споруди для знезараження; резервуар чистої води; насосну станцію II підйому; водогінна мережа.

В разі використання поверхневих джерел III класу за ГОСТом 2761-84 схема водопроводу може включати: поверхнєве джерело; ківш (водозабірна споруда);

береговий водоприймальний колодязь; мікрофільтр; насосна станція I підйому; камера гасіння напору, яка одночасно виконує функцію змішувача води з розчином коагулянту; камера реакції; відстійник; швидкий фільтр; змішувач, в який подається розчин коагулянту; контактний освітлювач; споруди для знезараження; резервуар чистої води; насосна станція II підйому; водопровідна мережа.

Гігієнічні вимоги до децентралізованого водопостачання населених місць.

Незважаючи на значний розвиток централізованого господарсько-питного водопостачання, у більшості сільських населених пунктів використовують місцеве (децентралізоване) водопостачання, при якому населення бере воду безпосередньо з підземних джерел за допомогою шахтних і трубчастих колодязів або каптажів.

Гігієнічні вимоги до якості води в шахтних колодязях. За складом і властивостями колодязна і джерельна вода, яка використовується зазвичай без обробки, повинна відповідати вимогам, які пред'являють до доброякісної питної води. При гігієнічній оцінці колодязної і джерельної воли керуються вимогами «Санітарних правил по влаштуванню і утриманню колодязів і каптажів джерел, які використовуються для децентралізованого господарсько-питного водопостачання» (№1226-75).

Органолептичні властивості колодязної і джерельної води визнають задовільними, якщо прозорість не нижче 30 см по шрифту Снеллена, кольоровість — не вище 30° за платиново-кобальтовою шкалою), а інтенсивність природних запахів і присмаків не перевищує 2-3 балів. Підвищення цих показників свідчить про забруднення води в результаті похибок в обладнанні водозабірних споруд (колодязів або каптажів джерел), неправильного їх розміщення щодо потенційних джерел забруднення, або неправильної експлуатації. У колодязній воді, яка є епідемічно безпечною, індекс БГКП не має перевищувати 10 (колі-титр не менше 100), мікробне число — не більше 400 в 1 см³

Підвищення перманганатної окиснюваності ґрунтової води понад 4 мг/л свідчить про можливе забруднення легкоокислювальними речовинами мінерального та органічного походження. Збільшення вмісту амонійних солей, нітритів і нітратів в колодязній і джерельній воді може свідчити про забруднення ґрунту, через яку фільтрується вода, яка живить джерело, а також про те, що одночасно з цими речовинами могли потрапити патогенні мікроорганізми. Водночас високі концентрації (понад 30-50 мг/л) хлоридів у воді можуть бути викликані їх вимиванням з солончакових ґрунтів.

В окремих випадках кожен з цих показників може мати й іншу природу. Наприклад, органічні речовини можуть бути рослинного походження. Тому воду з місцевого джерела можна вважати забрудненою тільки за наступних умов: 1) підвищений не один, а кілька санітарно-хімічних показників забруднення; 2) одночасно підвищені санітарно-мікробіологічні показники епідемічної безпеки — мікробне число і колі-індекс; 3) можливість забруднення підтверджується даними

санітарного обстеження колодязя або каптажу джерела.

Питання для самоконтролю

1. Водозабезпеченість і водокористування в Європі та в Україні.
2. Охарактеризуйте атмосферні, поверхневі та підземні води.
3. Характеристика та класифікація систем водопостачання.
4. Гігієнічні вимоги до якості води та вибір джерел централізованого господарсько-питного водопостачання.
5. Принципи вибору джерел централізованого водопостачання.
6. Гігієнічні вимоги до організації ЗСО поверхневих джерел.
7. Гігієнічні вимоги до організації ЗСО підземних джерел.
8. Схеми водопроводів з підземних джерел водопостачання.
9. Схеми водопроводів з поверхневих джерел водопостачання.
10. Гігієнічні вимоги до децентралізованого водопостачання населених місць.
11. Які споруди входять у схему водопостачання населеного пункту із забором води з поверхневого джерела.
12. Які споруди входять у схему водопостачання населеного пункту із забором води з підземного джерела.

ТЕМА 4. ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО ВЛАШТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГОЛОВНИХ СПОРУД ВОДОПРОВОДУ З ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ

1. Водозабір з підземних джерел.
2. Вимоги до влаштування і експлуатації водопроводу з поверхневих джерел водопостачання.
3. Водопровідна мережа і споруди на ній.
4. Державний санітарний нагляд і лабораторний контроль в області водопостачання населених місць.

1. Водозабір з підземних джерел

Водозабір підземних вод складається з водоприймальних споруд, водопідйомних пристроїв в межах окремих водозаборів або центральної насосної станції I підйому і трубопроводів, які з'єднують водоприймальні споруди з насосною станцією, водоводами або резервуаром чистої води (збірним резервуаром). Вибір типу споруди для приймання підземних вод залежить в основному від глибини їх залягання і потужності водоносного горизонту.

Споруди для прийому підземних вод поділяють на чотири види: водозабірні свердловини; шахтні колодязі; горизонтальні водозабори; каптажні камери.

Водозабірні свердловини служать для прийому безнапірних і напірних підземних вод, що залягають на глибині більше 10 м. Водозабірні свердловини - найбільш поширений вид водозабірних споруд для систем водопостачання міст, сільських населених пунктів і промислових підприємств.

Шахтні колодязі служать для прийому підземних вод, що залягають на глибині не більше 30 м.

Горизонтальні водозабори влаштовують для прийому ґрунтових вод, що залягають на невеликій глибині (до 8 м), при малій потужності водоносного горизонту.

Каптажні камери застосовують при необхідності використання для цілей водопостачання джерельної води.

Водозабір з міжпластових підземних джерел, здійснюють за допомогою *артезіанських*, або *бурових свердловин*. Конструкція свердловини має велике значення для збереження якості міжпластової води, запобігання забрудненню водоносного шару, забезпечення санітарної надійності водозабору.

Для обладнання артезіанської свердловини в товщі землі до міжпластового горизонту бурять циліндричну вертикальну шахту діаметром від 50 до 600 мм, глибиною від 50-100 до 1500 м і більше. Стінки шахти закріплюють колоною металевих труб довжиною від 4-6 до 8-13 м, які називаються обсадними. Стики між трубами герметизують.

В цю колону опускають колону труб меншого діаметру, якою проходять весь водоносний горизонт і яку вдавлюють (фрезерують) в нижній водотривкий шар. У нижній частині свердловини встановлюють фільтр, що складається з надфільтрової, водоприймальної (фільтруючої) і відстійної частин. Фільтри бувають таких типів: дірчасті, щілинні, сітчасті, дротяні, гравійні. Після установки фільтра внутрішню колону труб видаляють, простір між фільтром і обсадною трубою герметизують.

В свердловині (рис. 4.1.) виділяють три основні частини: водоприймальну — фільтр, водопровідну — стовбур і верхню — гирло. З метою попередження замерзання і для захисту від атмосферних опадів гирло свердловини обладнують спеціальною підземною шахтою або наземним павільйоном. Верхню колону обсадних труб (кондуктор) виводять не менше ніж на 0,5 м над поверхнею землі або дном шахти, а навколо роблять асфальтове або бетонне вимощення з нахилом від свердловини.

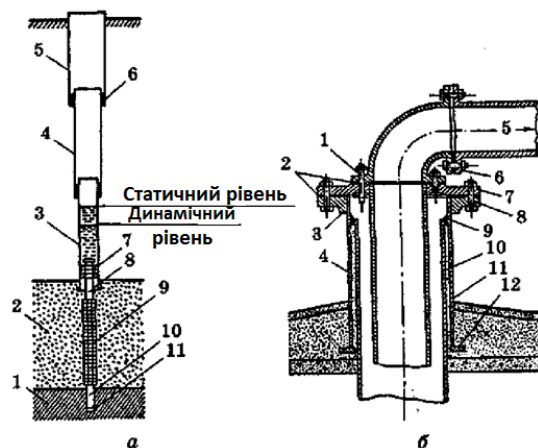


Рис. 4.1. Пристрій артезіанської свердловини:

- а — схема: 1 — водоупорний пласт; 2 — водоносний шар; 3,4,5 — колони обсадних труб; 6 — ізолюючий шар; 7 — ущільнювальний сальник; 8 — надфільтрова труба; 9 — робоча частина фільтра; 10 — відстійник; 11 — пробка відстійника;
- б — оголовок свердловини: 1 — отвір для виміру рівня води (закрито болтом); 2 — гумові прокладки розміром 3 мм; 3 — на різьбі; 4 — заливка цементом; 5 — до відцентрового насосу; 6 — гумова прокладка; 7 — середній фланець; 8 — чавунний фланець з різьбленням; 9 — зачеканювання свинцем 15 мм; 10 — обсадна труба; 11 — металевий патрубок; 12 — підкладне металеве кільце

Щоб забруднення не проникали через гирло свердловини, його герметично з'єднують з оголовком за допомогою фланців з гумовими прокладками. Також необхідно забезпечити герметичність в місці входження всмоктуючої труби насоса або іншої водопідйомної споруди. Оголовок повинен бути доступний для огляду і мати кран для відбору проб води з артезіанської свердловини, тобто безпосередньо з підземного джерела. При розміщенні свердловини в шахті остання повинна бути захищена від попадання в неї ґрунтових вод шляхом гідроізоляції бетонуванням

або цементуванням дна і стінок, а також від атмосферних опадів за рахунок герметичних здвоєних кришок на люках.

Якщо джерелом є міжпластові напірні (артезіанські) води, то іноді тиску у водоносному горизонті достатньо для підйому води на поверхню землі. Але найчастіше вода не досягає поверхні та знаходиться у свердловині на певному рівні, званому *статичним*. Внаслідок відкачування рівень води в свердловині знижується щодо статичного до тих пір, поки швидкість відкачування не врівноважиться з надходженням води через фільтр, розташований у водоносному горизонті. Нарешті при постійній швидкості відкачування вода в свердловині встановлюється на так званому *динамічному* рівні. Чим швидше відкачують воду, тим нижче щодо статичного рівня динамічний і більша площа воронки депресії.

Після завершення буріння свердловини проводять будівельне відкачування тривалістю від декількох діб до місяця і більше. При потребі можна провести дезінфекцію. Через 3-6 год. контакту води з розчином хлору її відкачують зі свердловини, після чого відбирають пробу води для контролю ефективності знезараження за мікробіологічними показниками.

На водопроводі, крім робочих свердловин, продуктивність яких повинна забезпечувати добове водоспоживання в населеному пункті, в обов'язковому порядку необхідно передбачити і резервні. Мінімальна кількість свердловин на водопроводі — 2, одна з яких робоча, друга — резервна. Якщо робочих свердловин від 2 до 10, то необхідно передбачити 2 резервні свердловини. Якщо ж робочих свердловин більше 11, то резервних повинно бути 20%.

Водопідйомні споруди. Спосіб підйому води зі свердловини залежить від рівня води і дебіту свердловини. Найчастіше для цього використовують відцентрові насоси. Вони складаються з електродвигуна, декількох камер з лопатевими колесами, закріпленими на обертовому валу, всмоктуючої і напірної труб.

При динамічному рівні до 7 м від поверхні землі застосовують *відцентрові насоси на горизонтальному валу*. Якщо динамічний рівень води розміщений на глибині до 120 м, використовують *відцентрові насоси на вертикальному валу*, електродвигун яких встановлений над свердловиною, а всмоктуюча труба опущена в воду нижче динамічного рівня. Для підйому води з глибоких свердловин до 500 м широко застосовують відцентрові насоси на вертикальному валу, електродвигун яких розміщений в свердловині під динамічним рівнем води. У всіх випадках повинна бути забезпечена герметичність оголовка свердловини в ділянці входження всмоктуючої або напірної водопідйомної труби.

Якщо глибина свердловини становить менше 100 м, можна використовувати *штангові насоси* — різновид поршневих або об'ємних насосів з довгим приводом продуктивністю до 20 м³/ч. Недоліком цих насосів є невисока надійність: часто

обриваються штанги, потрібно міняти шкіряні манжети, що забезпечують тісний контакт поршня зі стінками камери, що підвищує ризик забруднення.

Якщо глибина свердловини не перевищує 70 м, можуть бути використані *ерліфти*, або повітряні водопідйомники. Позитивними характеристиками ерліфта є простота і надійність конструкції, легкість експлуатації, можливість безперебійної роботи протягом тривалого часу.

Гігієнічні вимоги до розміщення і влаштування шахтних колодязів. При виборі місця розміщення колодязя, крім гідрогеологічних умов, враховують санітарні умови місцевості і зручність користування колодязем. Колодязі розміщують по ухилу місцевості вище всіх джерел забруднення, розташованих і на поверхні та в товщі ґрунту. При дотриманні цих умов відстань між колодязем і джерелом забруднення (майданчиком для підземної фільтрації, вигрібом, компостом та ін.) повинна бути не менше 30-50 м.

Колодязь — це вертикальна шахта квадратного або круглого перетину, яка доходить до водоносного шару (рис.4.2.). Дно залишають відкритим, а бічні стінки обладнують водонепроникним матеріалом (бетон, залізобетон, цегла, дерево та ін). На дно колодязя насипають шар гравію товщиною 30 см. Стінки колодязя повинні підніматися над поверхнею землі 0,8 - 1 м. Навколо колодязя обладнують глиняний замок і вимощення для попередження просочування уздовж стінок колодязя (зовні) забруднень, які вимиваються з поверхневих шарів ґрунту. Зверху колодязь захищають кришками. Забір води можна здійснювати за допомогою коловороту з громадським відром або насоса.

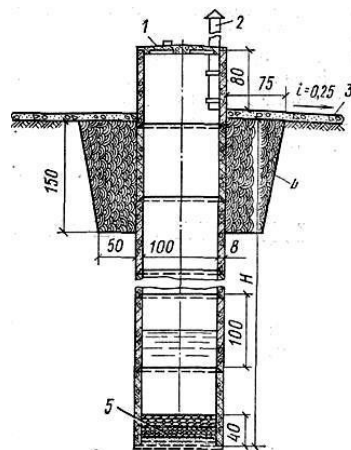


Рис. 4.2. Шахтний колодязь із залізобетонних кілець:

- 1 — залізобетонна кришка; 2 — вентиляційна азбестоцементна труба діаметром 150 мм;
- 3 — вимощення щебенем, втрамбованого в ґрунт, шаром 10 см, 4 — глиняний замок;
- 5 — зворотний фільтр

При значних потребах води влаштовують кілька шахтних колодязів, воду з яких відводять в збірний колодязь, а далі її перекачують насосами на очисну станцію або до споживачів.

Водорозбірні колонки. Населення бере воду з водорозподільної системи або через будинкові вводи і крани внутрішньобудинкової водопровідної мережі, або через зовнішні водорозбірні споруди — колонки.

Вуличні водорозбірні колонки є найбільш вразливими елементами водопроводу. З багатьох конструкцій колонок найбільш поширені — системи Черкунова і московського типу. Встановлюють їх в районах забудови без введення труб централізованого господарсько-питного водопроводу в споруди. При цьому радіус обслуговування колонки повинен бути не більше 100 м. Останнім часом у містах при централізованому водопостачанні з забором води з поверхневих водойм колонки широко застосовують для організації бюветного артезіанського водопостачання.

Бюветне водопостачання здійснюється за рахунок локального водопроводу. Його елементами є: 1) підземне міжпластове (бажано, артезіанське) джерело I класу по ГОСТу 2761-84; 2) артезіанська свердловина; 3) підземна насосна станція з занурювальним відцентровим насосом; 4) напірний водовід; 5) бювет з водорозбірними колонками (переважно московського типу).

Горизонтальні водозабори і каптажні камери. Горизонтальні водозбори (рис.4.3.) споруджують при невеликій глибині залягання водоносного пласта (до 5-7 м) і малій його потужності. Вони є дренажними трубами або галереями, що укладаються в межах водоносного пласта, перпендикулярно до напрямку ґрунтового потоку. Навколо дренажних труб або галерей укладають гравієві фільтри. Ґрунтова вода з труб відводиться в збірний колодезь, звідки відкачується насосами до споживача. На водозбірних лініях через кожні 50-150 м встановлюють оглядові колодезні.

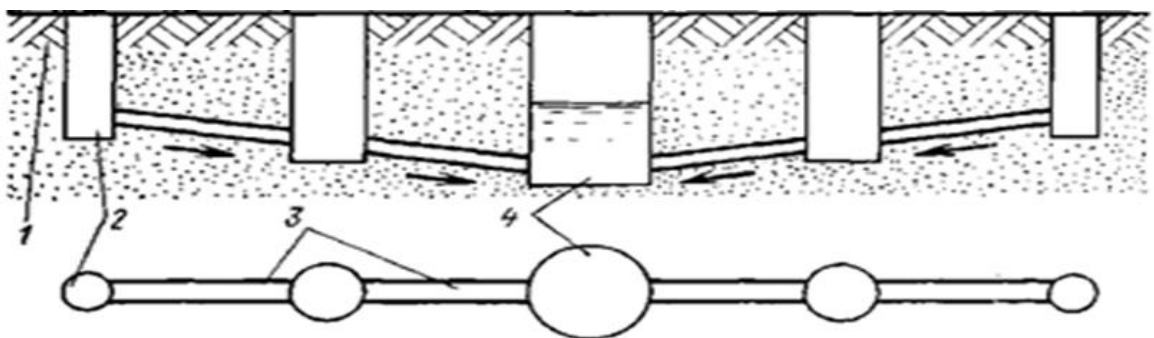


Рис. 4.3. Схема горизонтальних водозаборів:

1 — поверхня ґрунту; 2 — контрольні оглядові колодезні; 3 — дренажні труби; 4 — водозбірний колодезь

Використання джерельної (криничної) води для цілей водопостачання (каптаж ключів) здійснюється за допомогою каптажних камер (рис.4.4.). Матеріалами для каптажних споруд можуть бути бетон, залізобетон, цегла, камінь, дерево. Для захоплення вод висхідних ключів влаштовують каптажні камери за

типом шахтних колодязів, розташовуючи їх над місцями виходів води, а для захоплення вод низхідних ключів виконують каптажні камери з прийомом води через бічні стінки. Для збільшення водоприймальної поверхні каптаж здійснюють у вигляді горизонтальних водозаборів.

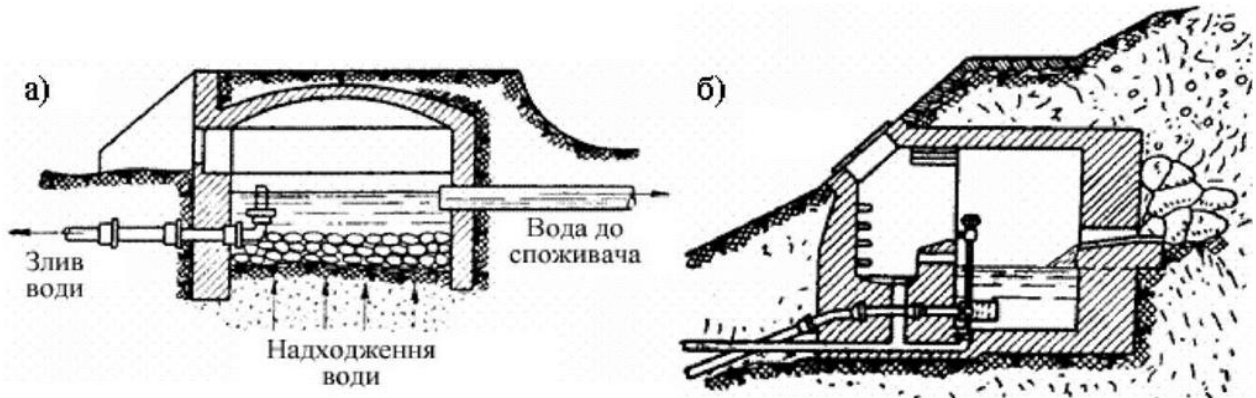


Рис. 4.4. Схема каптажних споруд: а) висхідних ключів; б) низхідних ключів

2. Гігієнічні вимоги до влаштування і експлуатації водопроводу з поверхневих джерел водопостачання

В даний час 84% загальної кількості води, що подається в міста і селища, беруть з поверхневих водойм. Надійна і безперебійна робота системи господарсько-питного водопостачання багато в чому залежить від вибору місця розташування водозабору. Важливо враховувати гідрологічні, санітарні і техніко-економічні умови, серед яких основним, визначальним, фактором є санітарні.

Місце знаходження водозабірної споруди в плані слід вибирати якомога ближче до споживача, на стійкій ділянці водойми, в районі найменшого забруднення водойми (на річках — вище населених пунктів, промислових підприємств і ділянок скидання стічних вод), поза осередками можливого утворення шугозашорів і крижаних заторів, поза областями інтенсивного руху донних наносів і з урахуванням можливості організації зони санітарної охорони. Не можна розташовувати водозабори в місцях зсувів, а також зимівлі і нересту риби. Крім того місце розташування водозабірних споруд на річках вибирають з урахуванням типу руслового процесу (характеру зміни русла).

Водозабірні споруди на річках за конструкцією можуть бути поділені на такі типи:

- берегові (роздільні або поєднані з насосною станцією);
- руслові (з самопливними лініями);
- спеціальні (ковшові, інфільтраційні, з гірських річок, пересувні, плавучі та ін.).

Водозабірні споруди берегового типу влаштовують при порівняно крутих берегах річок. Водозабірна споруда роздільного типу (рис. 4.5.) складається з водоприймального берегового колодязя і насосної станції. По фронту водоприймальний колодязь розділяється на окремі секції, які розділені

перегородкою на дві камери: приймальню 1 і всмоктувальну 2. Туди опускаються усмоктувальні труби 3 насосів 4. Вода з річки надходить у приймальню камеру через отвори, обладнані з зовнішнього боку знімними ґратами, а з внутрішньої сторони - затворами дросельного або шиберного типу.

В отвори перегородки між приймальною і всмоктувальною камерами встановлюють сітку. Великі водозабірні споруди обладнають обертовими сітками з безперервним промиванням. Проціджування води через решітки та сітки забезпечує її попереднє очищення і запобігає пошкодженню обладнання.

Верх водоприймального колодязя повинен підніматися над самим високим рівнем води (СВРВ) не менше ніж на 0,5 м. Над колодязем споруджують павільйон, з якого управляють устаткуванням.

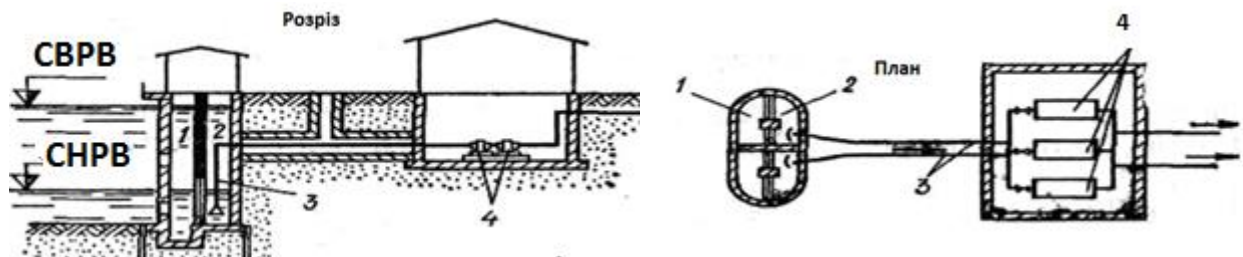


Рис. 4.5. Схема роздільної водозабірної споруди берегового типу:
1 — приймальна камера; 2 — всмоктувальна камера; 3 — усмоктувальні труби;
4 — насоси

В практиці частіше використовують водозабірні споруди берегового типу суміщених з насосними станціями (рис. 4.6.).

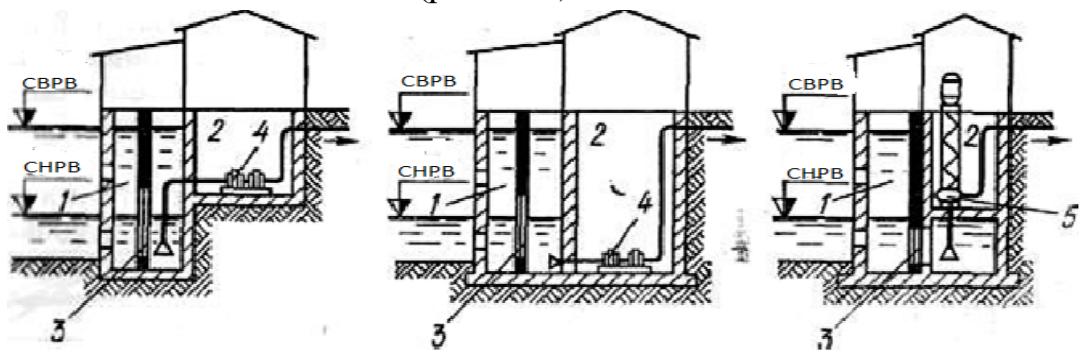


Рис. 4.6. Схеми водозабірних споруд берегового типу, суміщених з насосними станціями:
1 — водоприймальне від ділення; 2 — насосний зал, 3 — водоприймальна сітка;
4 — горизонтальний відцентровий насос; 5 — вертикальний відцентровий насос

В більшості випадків комбіновані водозабірні споруди зводять на нещільних ґрунтах, їх влаштовують із загальним днищем для водоприймального колодязя і наносної станції.

Водозабірні споруди руслового типу влаштовують при порівняно пологих берегах, слабких ґрунтах і малих глибинах води в річці.

В цьому випадку насосна станція може бути конструктивно об'єднана з береговим колодязем (рис. 4.7. а) або розташована окремо (рис. 4.7. б).

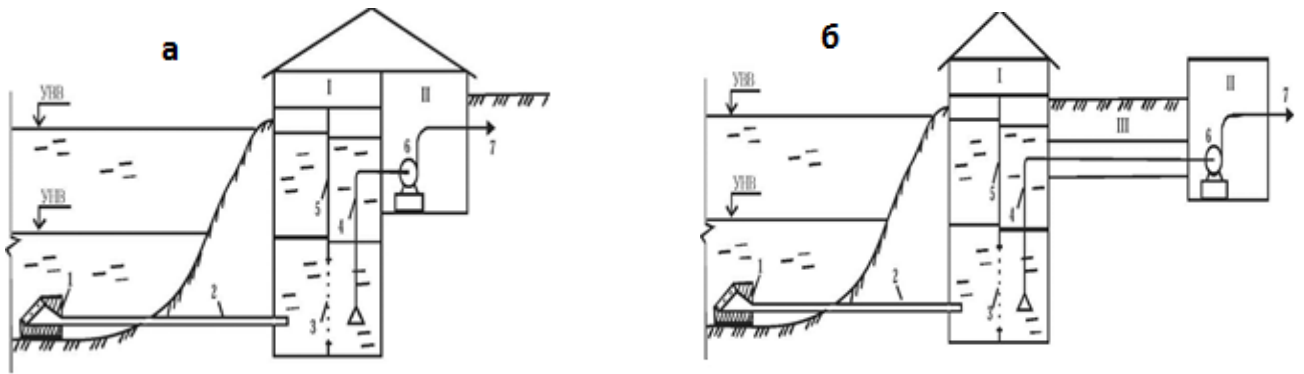


Рис. 4.7. Русловий водозабір: а) суміщеного типу; б) роздільного типу

I — береговий колодезь; II — насосна станція 1-го підйому; III — канал для всмоктуючого трубопроводу; 1 — оголовок; 2 — самопливний трубопровід; 3 — сітка; 4 — всмоктуючий трубопровід; 5 — перегородка; 6 — насоси; 7 — напірний трубопровід

Оголовками закріплюють кінці самопливних ліній для прийому води з джерела. Залежно від використовуваних річок оголовки можуть виконувати будь-якої конструкції (у вигляді розтрубів труб, висунутих в русло річки, або іншої конструкції).

Променевий водозабір (рис. 4.8.) є спорудою з горизонтальними трубчастими дренами, розташованими в межах водоносних порід і радіально приєднаними до збірного шахтного колодезя. Дрени можуть розташовуватися як уздовж берега річки (у водонасичених ґрунтах), так і під самим її руслом. Променеві дрени виконують з перфорованих сталевих труб і встановлюють способом продавлювання з шахтного колодезя.



Рис. 4.8. Схема променевого водозабору: 1 — перфоровані сталеві променеві дрени; 2 — залізобетонний шахтний колодезь; 3 — занурений насос

При відкачуванні з колодезя невеликої кількості води в його фільтр буде надходити тільки ґрунтова вода, яка живить річку. Якщо ж відбір води з колодезя збільшити, то колодезь буде насичуватись ґрунтовою і підруськовою водою з боку річки. При подальшому збільшенні відбору води з колодезя в нього буде надходити переважно вода з підруськового потоку і лише незначна частина ґрунтової.

Берегові колодезі водозаборів руслового типу аналогічні по устрою водоприймальним береговим колодезям водозаборів берегового типу.

Спеціальні водозабірні споруди. При утворенні в річці глибинного льоду або при високій мутності води доцільно забирати воду не безпосередньо з річки, а з штучної затоки, так званого ковша.

Ковші можуть бути з низовим входом (рис. 4.9. а) – гирло ковша розташоване за течією і з верховим входом (рис. 4.9. б) – гирло проти течії.

В ковші з низовим входом потрапляють в основному придонні струмені, а в ковші з верховим входом – поверхневі струмені. Тому ківш першого типу доцільно застосовувати при боротьбі з глибинним льодом, а ківш другого типу - для освітлення води.

Спарені ковші (рис. 4.9. в) застосовують для боротьби з глибинним льодом і для освітлення води в різні часи року.

Ковші можуть бути вириті у березі річки чи винесені в її русло. У другому випадку ківш відгороджується дамбами. Конструкція споруд для забору води з ковшів не відрізняється від конструкції звичайних річкових водозабірних споруд.

Інфільтраційні водозабірні споруди являють собою свердловини, шахтні колодязі або горизонтальні водозабори, розташовані вздовж річки з піщаними або піщано-гравійними берегами. Такі водозабори забирають річкову воду, що фільтрується через товщу ґрунту. Інфільтраційні водозабірні споруди доцільно застосовувати при необхідності отримання хорошої освітленої води і на річках з інтенсивним утворенням глибинного льоду.

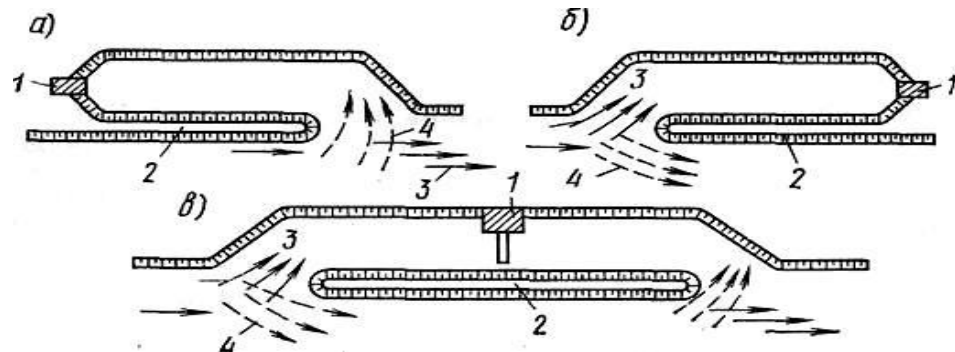


Рис. 4.9. Схеми водоприймальних ковшів:

1 — водозабірні споруди; 2 — дамби; 3 — поверхневі струми; 4 — донні струми

Для тимчасових водопроводів влаштовують пересувні або плавучі водозабори. Пересувний водозабір являє собою насосну станцію легкого типу, яка може пересуватися відповідно зміні рівня води в річці по похилому рейковому шляху, покладеному на березі. При плавучих водозаборах насосні агрегати розміщуються на плавучих засобах: баржах, понтонах і т. п.

Перевагами пересувних і плавучих водозаборів є незалежність прийому води від коливання рівня води в річці і можливість швидкого їх облаштування. Однак вони володіють і істотними недоліками, що полягають у необхідності мати гнучкі

з'єднання трубопроводів, а також у важких умовах експлуатації взимку і в період паводків.

Для забору води з водосховищ можна використовувати водозабірні споруди двох типів: суміщені з греблями, водоспусками або водоскидами; окремо розташовані.

Водозабірні споруди на водосховищах повинні забезпечувати можливість забору води з різних глибин з урахуванням її якості.

3. Водопровідна мережа і споруди на ній

Водопровідна мережа (розподільна система водопроводу) являє собою підземну систему труб, по яких вода під тиском (не менше 2,5-4 атм при п'ятиповерховій забудові), створюваних насосною станцією II підйому, подається в населений пункт і розводиться на його території. Вона складається з основних водоводів, за якими вода з водопровідної станції надходить в населений пункт, і розгалуженої мережі труб, по яких вода підводиться до водонапірних резервуарів, зовнішніх водозабірних споруд (вуличним колонкам, пожежним гідрантам), житловим і громадським будівлям. При цьому основний водовід розгалужується на кілька магістральних, які в свою чергу розгалужуються на вуличні, дворові та будинкові. Останні з'єднуються з системою труб внутрішнього водопроводу житлових і громадських будівель.

По конфігурації водопровідна мережа може бути: кільцевою, тупиковою, змішаною.

Тупикова мережа складається з окремих глухих ліній, в які вода надходить з одного боку. Як виняток її обладнають на невеликих селищних і сільських водопроводах.

Замкнута водопровідна мережа, яка є найкращою з гігієнічної точки зору, складається з системи суміжних замкнутих контурів, або кілець. Пошкодження на будь-якій ділянці не призводить до припинення подачі води, так як вона може надходити по інших лініях.

Розподільна система водопроводу повинна забезпечити безперебійну подачу води в усі точки її споживання і запобігти забрудненню води на всьому шляху її надходження від головних водопровідних споруд до споживачів. Для цього водопровідна мережа повинна бути водонепроникною.

Забруднення води у водопровідній мережі при централізованому водопостачанні викликають: порушення герметичності водопровідних труб, значне зниження тиску у водопровідній мережі, що призводить до забруднення підсосу в негерметичних ділянках, і наявність джерела забруднення поблизу ділянки порушення герметичності водопровідних труб. Об'єднати мережі господарсько-питного водопроводу з мережами, що подають не питну воду (технічний водопровід), неприпустимо.

Водопровідні труби виготовляють з чавуну, сталі, залізобетону, пластмас тощо. Труби з полімерних матеріалів, а також внутрішні антикорозійні покриття використовують тільки після їх гігієнічної оцінки і отримання дозволу Міністерства охорони здоров'я. Сталеві труби застосовують на ділянках з внутрішнім тиском понад 1,5 МПа, при перетині з залізничними коліями, автомобільними дорогами, поверхневими водоймами (річки), в місцях перетину господарсько-питного водопроводу з каналізацією. Вони потребують захисту зовнішньої і внутрішньої поверхонь від корозії.

Прокладанню водопровідних ліній господарсько-питного водопостачання повинна передувати санітарна оцінка території не менше ніж на 40 м в обидві сторони при розташуванні водопроводу на незабудованій території і на 10-15 м — на забудованій. Трасу не слід прокладати по болотах, звалищах, кладовищах, скотомогильникам, тобто там, де ґрунт забруднений. Уздовж водопроводів необхідно організувати санітарно-захисну смугу.

Водопровідні труби повинні бути прокладені на 0,5 м нижче рівня поширення у ґрунті нульової температури (рівня замерзання ґрунту). При цьому залежно від кліматичного району глибина закладення труб коливається від 3,5 до 1,5 м.

Водопровідні лінії потрібно прокладати на 0,5 м вище каналізаційних. Якщо водопровідні труби прокладаються на одному рівні з паралельно прокладеними каналізаційними лініями, відстань між ними має становити не менше 1,5 м при діаметрі водопровідних труб до 200 мм і не менше 3 м — при діаметрі понад 200 мм.

На водоводах і лініях водопровідної мережі встановлюють: поворотні затвори (засуви) для виділення ремонтних ділянок; вантузи - для випуску повітря під час роботи трубопроводів; клапани для випуску і впуску повітря при звільненні трубопроводів від води на час ремонту і подальшого заповнення; випуски — для скидання води при спорожненні трубопроводів; регулятори тиску, клапани для захисту від гідравлічних ударів, якщо несподівано потрібно відключити або включити насоси і т. п. Довжина ремонтних ділянок при прокладанні водопроводів в одну лінію не повинна перевищувати 3 км, в дві лінії і більше — 5 км.

Запірну, регулювальну та охоронну арматуру встановлюють в *оглядових водопровідних колодязях*. Оглядові колодязі також обладнають у всіх місцях стиків основних, магістральних і вуличних водопроводів.

Водонапірні (запасні) резервуари призначені для створення запасу води, який компенсує можливу невідповідність між подачею води та її споживанням в окремі години доби. Наповнюють резервуари переважно вночі, а вдень у години інтенсивного водокористування вода з них надходить в мережу, нормалізуючи тиск.

Встановлюють водонапірні резервуари в найбільш високій точці рельєфу на вежах, що підносяться над найбільш високими будівлями населеного пункту. Територію навколо водонапірних веж захищають. Резервуари повинні бути водонепроникні, з заліза або залізобетону. Задля очищення, ремонту і знезараження внутрішньої поверхні резервуара передбачені люки з щільно закритими і запломбованими кришками. Для повітрообміну резервуарів обладнають вентиляційні отвори, закриті сітками і захищені від атмосферних опадів. На трубах, що подають і відводять воду, встановлюють крани для відбору проб води з метою контролю її якості до і після резервуара. Водонапірні резервуари потребують періодичної (1-2 рази на рік) дезінфекції.

На великих водопроводах запасні резервуари — резервуари чистої води — обладнають під землею. З них воду подають у водопровідну мережу насосними станціями III підйому.

4. Державний санітарний нагляд і лабораторний контроль в області водопостачання населених місць

Відповідно до чинного законодавства забезпечити мешканців населених місць доброякісною питною водою в достатній кількості зобов'язані органи державної виконавчої влади, місцевого та регіонального самоврядування (Закон України «Про забезпечення санітарного і епідемічного благополуччя населення», ст. 18). Для вирішення проблеми раціонального водопостачання населених місць важливе значення має правильно організований і систематичний санітарний нагляд. Державний санітарний нагляд за господарсько-питним водопостачанням здійснюють установи Держпродспоживслужби.

Державний санітарно-епідеміологічний нагляд передбачає контроль за дотриманням юридичними (відомствами, установами, підприємствами тощо) та фізичними (громадянами) особами санітарного законодавства в області водопостачання населених місць та застосування заходів правового характеру до порушників.

Державний контроль за господарсько-питним водопостачанням здійснюється у двох формах: *попереджувального та поточного* санітарного нагляду.

Лікар-гігієніст керується наступними законодавчими і офіційними документами: Конституцією України, Основами законодавства про охорону здоров'я, законами «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про питну воду та питне водопостачання», Водним кодексом, СанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання», ГОСТ 2874-82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю», ГОСТ 2761-84 «Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання. Гігієнічні,

технічні вимоги і правила вибору», Санітарними правилами по влаштуванню і утриманню колодязів і каптажів джерел, які використовуються для децентралізованого господарсько-питного водопостачання № 1226-75, ДР-97 «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr в продуктах харчування та питній воді», СНіП 2.04.02-84 «Водопостачання. Зовнішні мережі і споруди», СНіП 2.04.02-85 «Внутрішній водопровід і каналізація будівель», «Положенням про порядок проектування та експлуатації зон санітарної охорони джерел водопостачання та водопроводів господарсько-питного призначення», постановою «Правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів», а також іншими державними стандартами, санітарними правилами і нормами на окремі споруди і технології, інструктивно-методичними документами, затвердженими МОЗ України.

Попереджувальний санітарний нагляд. Головна роль у забезпеченні раціонального господарсько-питного водопостачання належить попереджувальному санітарному нагляду, який в процесі організації централізованого господарсько-питного водопостачання передбачає:

- 1) участь лікаря-гігієніста у виборі джерела водопостачання, місця розміщення водозабору та головних споруд водопроводу, а також у встановленні меж ЗСО;
- 2) розгляд проектів розширення та реконструкції діючих і будівництва нових водопроводів, в тому числі і проектів ЗСО;
- 3) санітарний нагляд під час будівництва водопроводів;
- 4) участь у прийманні в експлуатацію водопроводів та окремих водопровідних споруд.

Поточний санітарний нагляд повинен сприяти дотриманню правильного технологічного режиму обробки води, своєчасного виявлення дефектів в роботі очисних споруд і мережі та попередження подачі населенню води, що не відповідає вимогам діючого ДСанПіНу. Його метою є контроль за вмістом акваторії, санітарним станом території ЗСО, всіх споруд водопроводу, дотриманням обслуговуючим персоналом санітарного мінімуму, своєчасністю проходження ними медичних оглядів.

Основою поточного санітарного нагляду є паспортизація споруд водопроводу. Паспорт складають на кожен об'єкт водопроводу (водопровідні станції, зовнішні водорозбірні споруди, водонапірні вежі та ін.). Починають з санітарного опису, що містить всі відомості, необхідні для санітарної характеристики об'єкта. Надалі додаються матеріали, що відображають всі зміни, які відбуваються в стані та утриманні об'єкта під час його експлуатації, копії актів санітарного обстеження, всіх зауважень санітарного нагляду, пред'явлених адміністрації водопроводу з метою поліпшення роботи, результати лабораторних досліджень.

Успіх поточного санітарного нагляду за господарсько-питним водопостачанням визначається організацією систематичного лабораторного контролю якості води.

Розрізняють *лабораторно-виробничий контроль*, який здійснюється власником водопроводу, і *санітарно-лабораторний контроль*, який є елементом поточного санітарного нагляду і здійснюється лабораторіями Держпродспоживслужби. Лабораторно-виробничий контроль якості води на великих водопроводах проводять силами своїх лабораторій відповідно до вимог чинного стандарту. В інших випадках це роблять пересувні автолабораторії, підпорядковані установам водопровідно-каналізаційного господарства області, або лабораторія місцевої Держпродспоживслужби за госпрозрахунковим договором.

Місця взяття проб з мережі та періодичність систематичного контролю відомчими лабораторіями обов'язково погоджують з Держпродспоживслужбою.

Періодичність проведення аналізів води в зазначених точках визначають виходячи із потужності водопроводу (обсягу подачі води), а в водорозподільній мережі — з урахуванням кількості обслуговуваного населення.

Типи контролю за якістю води:

- 1) повний аналіз або контроль за всіма показниками, регламентований чинним ДСанПіНом. Є обов'язковим під час введення нового водопроводу в експлуатацію або після простою протягом більше 5 діб;
- 2) скорочений аналіз або контроль за деякими показниками епідемічної безпеки води (загальне мікробне число, індекс БГКП), її хімічного складу (рН, нітрати, залізо, активний залишковий хлор, вміст тригалометанів), органолептичних властивостей (запах, смак і присмак, каламутність, кольоровість). Проводять після капітального ремонту, реконструкції та переобладнання водопроводу та розподільчої мережі, при зміні технології обробки води;
- 3) загальний фізико-хімічний контроль (визначення речовин, що характеризують показники нешкідливості хімічного складу води);
- 4) спеціальний контроль епідемічної безпеки питної води (мутність, ЗМЧ, індекс БГКП, фекальні колі-форми і колі-фаги, патогенні мікроорганізми, вірусологічні, при епідситуації - і паразитологічні показники);
- 5) спеціальний токсикологічний контроль (визначення високотоксичних речовин, при необхідності — біотестування);
- 6) спеціальний контроль радіаційної безпеки питної води (об'ємна сумарна активність α -і β -випромінювачів і при необхідності — її радіонуклідного складу).

Питання для самоконтролю

1. Види споруд для прийому підземних вод, їх призначення.
2. Охарактеризуйте принцип облаштування водозабірної свердловини.
3. Який рівень води в свердловині зветься «статичним» і «динамічним» ?
4. Якими фільтрами може бути обладнана водозабірна свердловина?
5. Охарактеризуйте водопідйомні споруди.
6. Гігієнічні вимоги до розміщення і влаштування шахтних колодязів.
7. Характеризуйте принцип облаштування горизонтального водозабору.
8. Гігієнічні вимоги до водозабірної споруди з поверхневих джерел.
9. Які типи водозабірних споруд за конструкцією Ви знаєте?
10. Влаштування водозабірних споруд берегового типу.
11. Як влаштовують водозабірні споруди руслового типу.
12. Які водозабірні споруди використовують при утворенні в річці глибинного льоду або при високій мутності води.
13. Охарактеризуйте пересувні або плавучі водозабори.
14. Види водопровідної мережі, їх будова та застосування.
15. В яких випадках застосовують сталеві водопровідні труби.
16. Яку запірну, регульовальну та охоронну арматуру встановлюють лініях водопровідної мережі?
17. Призначення та влаштування до водонапірних (запасних) резервуарів.
18. Якими документами керується лікар-гігієніст при здійсненні санітарного нагляду і лабораторного контролю в області водопостачання населених місць?
19. Що передбачає попереджувальний санітарний нагляд?
20. Що передбачає поточний санітарний нагляд?
21. Види систематичного лабораторного контролю якості води, їх організація.
22. Типи контролю за якістю води.

ТЕМА 5. ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ОЧИСТКИ ВОДИ

1. Водопідготовка та водоочистка.
2. Класифікація домішок за фазовим станом.
3. Основні технологічні процеси очистки води.
4. Основні схеми поліпшення якості природної води.

1. Водопідготовка та водоочистка

Необхідність обробки води виникає тоді, коли якість води природних джерел не задовольняє необхідних вимог. Така невідповідність може бути тимчасовою (сезонною) чи постійною. Характер і ступінь невідповідності якості води джерела вимогам користувача зумовлює вибір методів обробки. Якщо при цьому може бути використано різні методи очистки, то вибір їх проводиться на основі техніко-економічних розрахунків.

Розрізняють такі поняття: більш широке – водоочистка і вужче – водопідготовка. Водоочистка – це комплекс технологічних процесів, які спрямовані на доведення якості води, що надходить у водопровід з джерела водопостачання, до встановлених показників. Водопідготовка – це обробка води, яка надходить з природного джерела постачання для живлення парових котлів та інших технологічних цілей. Водопідготовка проводиться на ТЕС, транспорті, у комунальному господарстві, на промислових підприємствах. Технологія кондиціонування води передбачає процеси, пов'язані з коригуванням її фізичних і хімічних властивостей, а також процеси знезараження (звільнення від патогенних бактерій і мікроорганізмів).

2. Класифікація домішок за фазовим станом

За Л.А. Кульським, найбільш загальними і характерними ознаками забруднюючих воду речовин є форми знаходження їх у воді. Тому в основу принципу групування домішок і технологічних прийомів водоочистки цим автором запропоновано поняття про фізико-хімічний стан домішок у воді. Цей стан значною мірою характеризується дисперсністю речовин і визначає закономірності процесів, що протікають у водному середовищі.

Усі домішки, які забруднюють водойми, охоплюються повністю цими чотирма групами даної класифікації.

До першої групи домішок води належать завислі у воді речовини. Сюди слід віднести також бактеріальні завислі речовини та інші біологічні утворення. Вилучення цих домішок, тобто освітлення води, може бути досягнуто шляхом використання безагрегатних методів.

Друга група домішок води – різні типи гідрофільних і гідрофобних систем, високомолекулярні речовини й детергенти – може вилучатися з води за допомогою

різних методів і технологічних прийомів. Так, використовується обробка води хлором, озоном та іншими окисниками. При цьому знижується колірність води, знищуються мікроорганізми, руйнуються гідрофільні колоїди, що створює сприятливі умови для наступного коагулювання, прискорюється процес утворення пластівців та осаду.

Для третьої групи домішок, які є молекулярними розчинами, найбільш ефективними є такі процеси їх вилучення з води, як аерування, окиснення, адсорбція.

До четвертої групи домішок, які є електролітами, технологія очистки води зводиться до зв'язування іонів у мало розчинні і мало дисоційовані сполуки за допомогою доданих у воду реагентів.

3. Основні технологічні процеси очистки води

Методи поліпшення якості води і склад водоочисних споруд залежать від вимог, які ставить споживач до якості води і від властивостей природної води.

Хімічні, фізичні та фізико-хімічні процеси, які використовуються для підготовки води, можна поділити на дві групи.

До першої – відносяться процеси, пов'язані з коригуванням її фізичних і хімічних властивостей.

Друга група об'єднує процеси, які забезпечують знезараження води, тобто звільнення від шкідливих бактерій та мікроорганізмів.

До першої групи (коригування властивостей) відносяться процеси, які дозволяють провести освітлення, усунути з води небажані присмаки і запахи, агресивні гази, залізо, марганець, кремнієву кислоту тощо.

Знезараження води є обов'язковим за умови санітарної ненадійності джерела, що використовується для господарських цілей.

Коригування властивостей води. Найважливішими, як за поширенням, так і за питомою вагою, є процеси освітлення та усунення колірності. Для освітлення та усунення колірності використовують безреагентні та реагентні методи.

Безреагентні методи. Освітлення і часткове усунення колірності води без використання реагентів відбувається при тривалому відстоюванні, яке може здійснюватися у відкритих, спеціально споруджених басейнах-відстійниках чи водосховищах. Термін освітлення води (і то неповного) має становити не менше 12 діб, для часткового усунення колірності – 12 і більше місяців. Зрозуміло, що такий метод використовується рідко.

Під *освітленням* води розуміють видалення з неї завислих речовин, пов'язане із зменшенням її каламутності й підвищенням прозорості. Залежно від бажаного ступеня освітлення воно може бути досягнуте:

- відстоюванням води у відстійниках;
- центрифугуванням в гідроциклонах;

- освітленням шляхом пропускання води через шар раніше утвореного завислого осаду в так званих освітлювачах із завислим осадом;
- флотуванням у флотаторах;
- фільтруванням води через шар зернистого або порошкоподібного фільтруючого матеріалу у фільтрах або фільтруванням через сітки і тканини.

Необхідний ефект освітлення води у відстійниках, освітлювачах і на фільтрувальних апаратах із зернистим фільтруючим завантаженням може бути досягнутий коагуляцією домішок води з метою інтенсифікації процесу, тобто дією солей багатовалентних металів. При цьому попутно відбувається значне знебарвлення води.

На рис. 1 та 2 (додаток А) зображені широко розповсюджені технологічні схеми для глибокого прояснення води з самопливним рухом води, яку використовують при будь-якій продуктивності водоочисної станції і будь-якої якості води.

Мікрофільтрація — це попереднє видалення з води зоопланктону (дрібних водних тварин) і фітопланктону (найдрібніших рослинних організмів), здатних до розростання на очисних спорудах, що ускладнює їх роботу. Для попереднього очищення води від планктону і великих домішок використовують мікрофільтри і барабанні сита (рис.5.1.).

Барабанні сита використовують для грубого проціджування води. Їх можна встановлювати на водозаборах замість стрічкових сіток. Освітлення і знебарвлення води досягається в залежності від початкових показників каламутності і кольоровості природним відстоюванням і фільтрацією на повільних фільтрах або коагуляцією, відстоюванням і фільтрацією на швидких фільтрах.

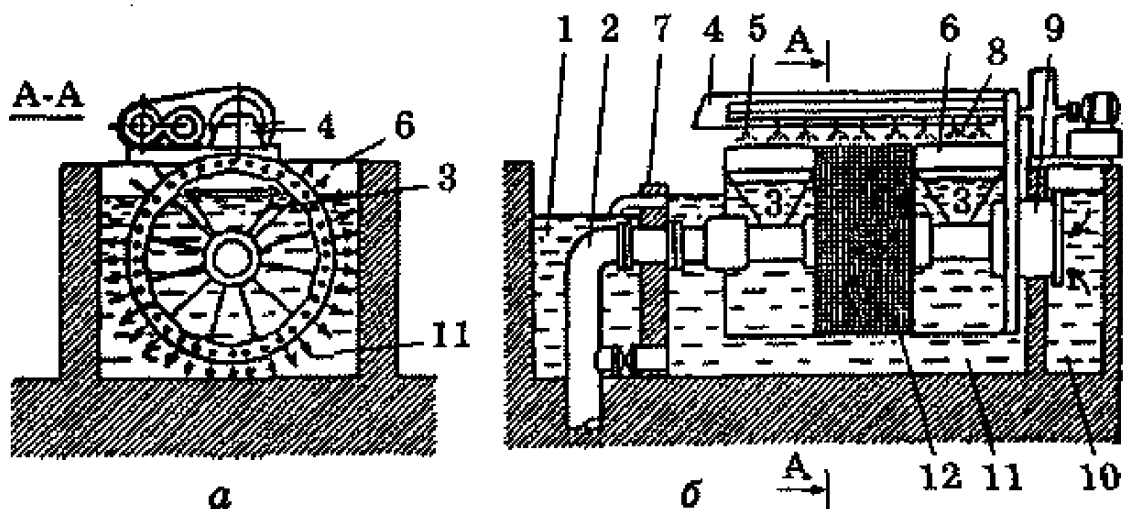


Рис. 5.1. Мікрофільтр: (а-розріз по А-а; б-поздовжній розріз):

Відстоювання води. Суть її полягає в тому, що в стоячій або в повільно протічній воді зважені речовини, відносна щільність яких вище, ніж води,

випадають під дією сили тяжіння і осідають на дно. Відстоювання відбувається і в джерелах водопостачання, і в ковшах.

На водопровідних станціях для осадження зважених речовин застосовують спеціальні споруди — відстійники. Осадження зважених речовин досягається в відстійниках завдяки уповільненню швидкості руху води і дії сили тяжіння. Залежно від напрямку руху води, відстійники діляться на горизонтальні і вертикальні (рис.5.2.). Вода знаходиться у відстійнику протягом 4-8 годин. За цей час осідають переважно грубодисперсні домішки.

Однак природний процес відстоювання відбувається повільно і ефективність освітлення і знебарвлення при цьому низька. Тому для підвищення ефективності освітлення і знебарвлення проводять попередню коагуляцію води.

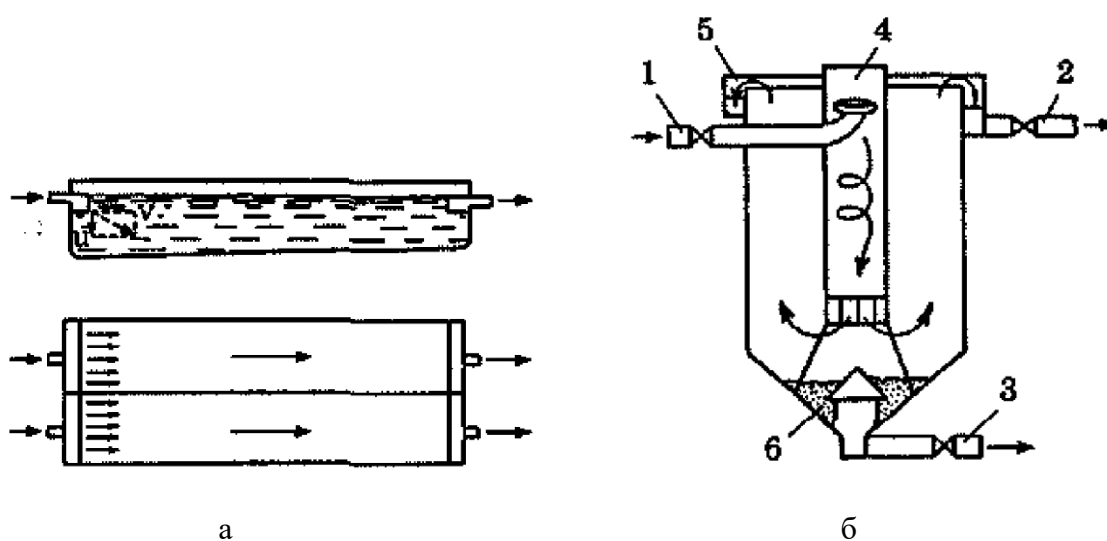


Рис. 5.2. Відстійники: а) горизонтальний; б) вертикальний; 1,2 – подача і відвід води; 3- скид осаду; 4 – камера утворення пластівців; 5 – кільцевий збірний лоток; 6 – відбиваючий конус

Флотація. Для малокаламутних вод з великим вмістом органічних сполук (а іноді також заліза), погано піддаються обробці в відстійниках і освітлювачах, ефективним методом кондиціонування є флотація.

Флотація — це процес, сутність якого полягає в тому, що під дією молекулярних сил відбувається злиття колоїдних і дисперсних домішок з бульбашками тонко диспергованого у воді повітря. Комплекси, які утворилися при цьому, спливають і утворюють на поверхні флотатора піну (рис.5.3.).

Процес флотації часток різної величини залежить від розмірів бульбашок повітря і поверхневого натягу на кордоні вода-повітря. Зі зниженням поверхневого натягу ефективність очищення води методом флотації підвищується. Для зниження поверхневого натягу води додають поверхнево активні речовини (флотореагенти), наприклад натрію додецилсульфат, спирт оксисинтезу $C_6—C_8$ та ін.

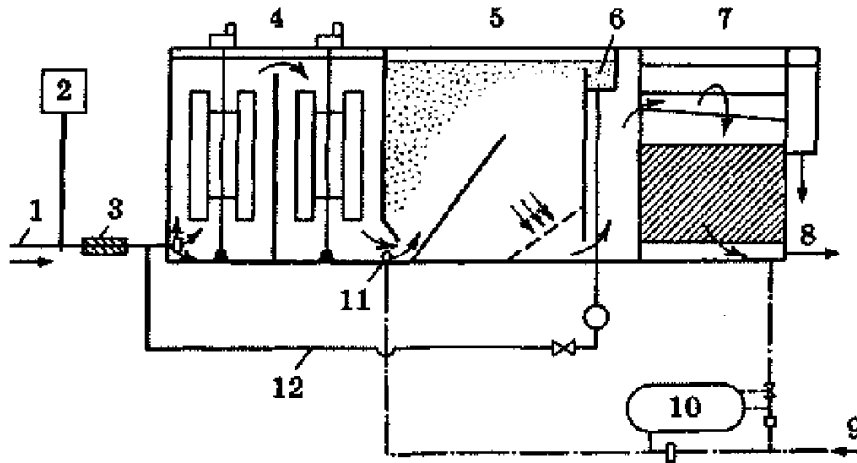


Рис. 5.3. Флотаційний пристрій: 1,8 — відповідно подача і відведення води; 2 — реагентне господарство; 3 — змішувач; 4 - флокулятори; 5 — флотатор; 6 — кишеня для збору піни; 7 — швидкий фільтр; 9 — подача стисненого повітря; 10 — ресивер; 11 — диспергатор; 12 — рециркуляція шламу

Знебарвлення води – усунення забарвлених колоїдів або істинно розчинених речовин (найчастіше органічних), пов’язане із зниженням кольоровості води, а також її окислюваності, присмаку і запаху, може бути здійснено:

- ✓ коагуляцією;
- ✓ напірною флотацією;
- ✓ застосуванням різних окислювачів (хлору і його похідних, озону, перманганату калію);
- ✓ застосуванням сорбентів (активного вугілля).

Для освітлення та усунення колірності води використовують *реагентний метод*, який ґрунтується на використанні спеціальних хімічних речовин коагулянтів. *Коагуляцією* домішок води називають процес укрупнення найдрібніших колоїдних і нерозчинених частинок, що відбувається внаслідок їх взаємного злипання під дією сил міжмолекулярного тяжіння. Коагуляція завершується утворенням видимих пластівців, які осідають і забезпечують освітлення та усунення колірності.

Розрізняють два типи коагуляції: коагуляція у вільному об’ємі, що відбувається в камерах утворення пластівців, і контактна коагуляція, що відбувається в товщі зернистого завантаження або в масі завислого осаду. Коагуляцію домішок води проводять при її освітленні й знебарвленні з метою інтенсифікації процесів осадження і фільтрування.

Коагулянтами є сульфат алюмінію $Al_2(SO_4)_3$ і хлорне залізо $FeCl_3$. При введенні сірчаноокислому алюмінію відбувається спочатку його розчинення, а потім гідроліз катіонів алюмінію, які взаємодіють з негативно зарядженими колоїдними і завислими забрудненнями води з утворенням більших розмірів і маси агрегатів. При

проведенні коагуляції у вільному об'ємі це сприяє зростанню швидкості їх осадження і, відповідно, зменшенню часу очищення.

Контактна коагуляція. При фільтруванні через зернисте завантаження (кварцевий пісок) води, що містить колоїдні й завислі домішки і введений задалегідь розчин коагулянту, на поверхні зерен завантаження утворюється плівка складного хімічного складу. В цьому випадку виділення з води завислих домішок відбувається під дією сил молекулярного тяжіння між цими частинками суспензії і зернами фільтруючого матеріалу (з плівкою на поверхні).

Процес коагуляції на водопроводах складається з наступних операцій: розчинення коагулянту, дозування, змішання з коагулюючою водою і створення оптимальних умов для утворення пластівців. Коагуляція тільки готує воду для подальшої обробки-освітлення і знебарвлення, і в цьому сенсі не є самостійним процесом водопідготовки.

Для приймання, зберігання, приготування та дозування хімічних реагентів на станціях підготовки води передбачається реагентне господарство, яке складається з складських територій та приміщень, пристроїв для приготування розчинів, суспензій та дозування їх у воду (додаток Б).

Для інтенсифікації процесу коагуляції застосовують *флокуляцію* – додавання високомолекулярних речовин: мінеральних (АК – активна кремінна кислота) або органічних (ПАА – поліакриламід, К-4, К-6). У результаті відбувається зв'язування пластівців, вони укрупнюються і швидше випадають в осад.

Після коагуляції та відстоювання наступним технічним прийомом звільнення води від зважених речовин є *фільтрація*, сутність якої полягає в тому, що воду пропускають через дрібнопористий матеріал (пісок з певним розміром частинок). На поверхні і в глибині фільтрів вода залишає зважені речовини.

Фільтри класифікують з урахуванням різних характеристик:

- залежно від гідравлічних умов роботи - відкриті (ненапірні) і напірні;
- по виду фільтруючої основи - сітчасті (мікрофільтри, мікросита), каркасні, або наливні (діатомітові), зернисті (піщані, антрацитові);
- за величиною фільтруючого матеріалу — дрібнозернисті (0,2—0,4 мм), середньозернисті (0,4-0,8 мм), крупнозернисті (0,8-1,5 мм);
- по швидкості фільтрування - повільні (0,1-0,2 м/год) і швидкі (5-12 м/год);
- у напрямку фільтруючого потоку — одно- і двопоточні;
- за кількістю фільтруючих шарів — одно-, двох-, трьох-, багатошарові.

Фільтри повільної дії (рис.5.4.) застосовують у випадку, коли каламутність води не перевищує 200 мг/л і можна обмежитися попереднім природним відстоюванням її без коагуляції. Це резервуари з бетону, залізобетону або цегли, заповнені пошарово щебенем, галькою, гравієм і піском. Розмір частинок поступово зменшується в напрямку знизу вгору (від 40 до 2 мм). Загальна товщина шару піску становить 0,8—1 м.

На фільтрі відбувається фільтрація води через біологічну плівку, яка сприяє також мінералізації органічних речовин і знищенню мікрофлори, зниженню окислюваності (на 20-45%) і кольоровості (на 20%). Згодом пори плівки забиваються зваженими частинками, тому фільтри потрібно періодично очищати шляхом видалення 15-20 мм верхнього шару і підсипання чистого піску 1 раз в 10-30 діб. Зараз використовують не часто.

Основними факторами, що сприяють очищенню води на повільних фільтрах, є: механічна затримка зважених частинок, адсорбція, окислення (хімічна дія розчиненого у воді кисню), ферментативна діяльність мікроорганізмів, біологічні процеси, пов'язані з життєдіяльністю найпростіших.

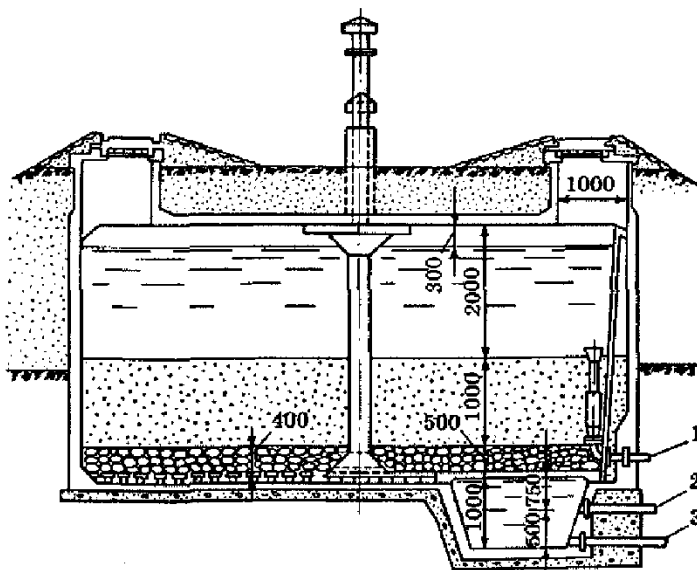


Рис. 5.4. Фільтр повільної дії для очищення питної води:

1 — надходження оброблюваної води; 2 — трубопровід для освітленої води; 3 — трубопровід для стічної води

При об'ємній фільтрації на швидких фільтрах (рис. 5.5.) механічні домішки води проникають в товщу фільтруючого шару завантаження і абсорбуються під дією сил молекулярного тяжіння на поверхні його зерен і приставших раніше частинок.

Вони пропускають за годину стовп води висотою 5-10 м, тобто їх продуктивність в 50-100 разів вища повільних і отже зменшується площа і обсяг споруд.

Важливо, щоб швидкість фільтрації була постійною протягом фільтроциклу, тривалість якого коливається в межах 12-24 год. Тому швидкі фільтри потребують очищення 1-2 рази на добу, а в паводок, при високій каламутності води, — частіше. Після закінчення фільтроциклу фільтр промивають струменем чистої профільтрованої води.

Контактні освітлювачі. В даний час поряд зі звичайною схемою очищення води шляхом коагуляції, відстоювання і фільтрації застосовують новий тип споруд

— контактний освітлювач (КО), який замінює споруди для обробки води за вказаною схемою (камеру реакції, відстійник і швидкий фільтр).

КО є різновидом швидких фільтрів (рис. 5.6.). Це залізобетонний або металевий резервуар, завантажений гравієм (підтримує шар) і піском

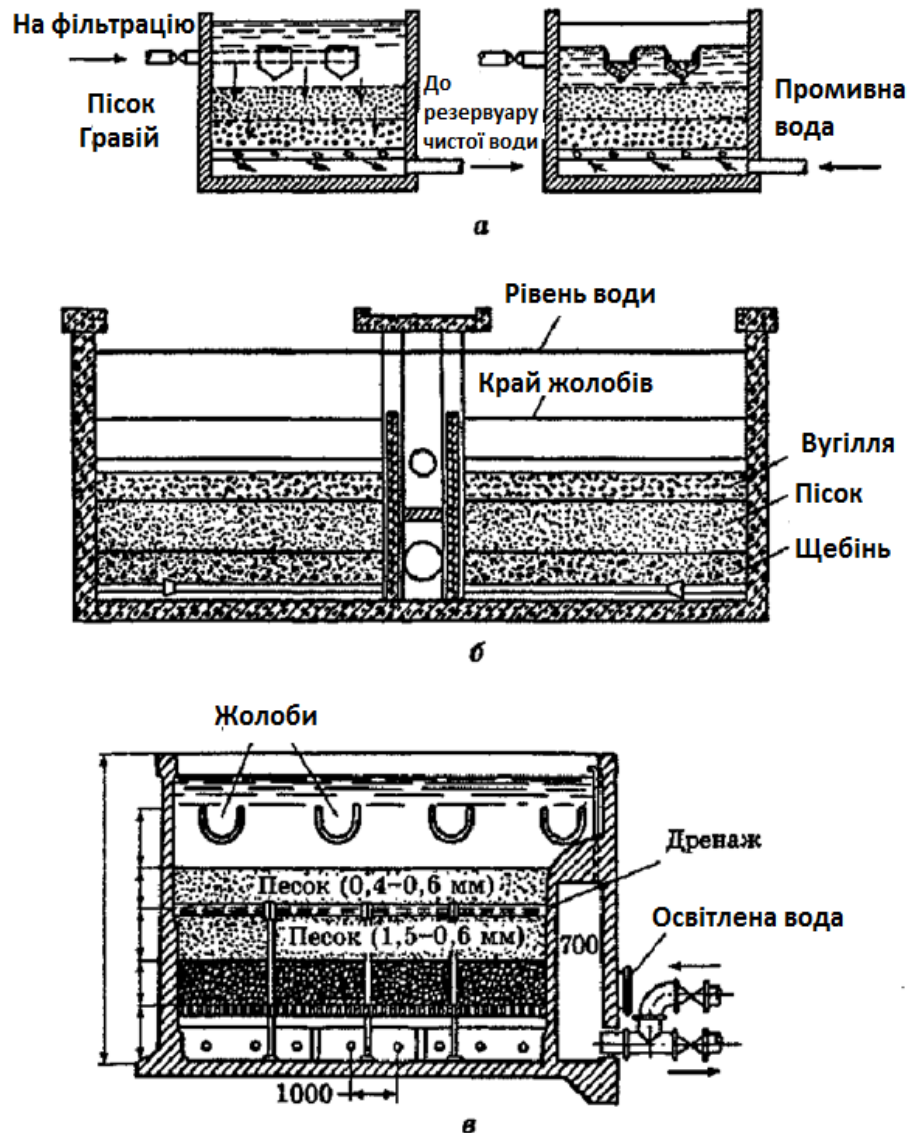


Рис. 5.4. Швидкі фільтри: а — одношаровий фільтр; б — двошаровий фільтр; в —двохпоточний фільтр

(фільтруючий шар), величина частинок якого поступово зменшується знизу вгору. На дні обладнають дренаж із залізобетонних плит або труб з отворами. Очищувану воду разом з коагулянтном подають в дренажний простір. Вона проходить через завантаження фільтра знизу догори. Перед подачею в КО оброблюваної води до неї додають розчин коагулянту. Подальший процес освітлення води відбувається не у вільному об'ємі, як в камерах реакції (пластівці), а на поверхні завантаження (контактна коагуляція). Під час

проходження води через фільтруючий матеріал КО на поверхні зерен утворюється гель, який їх обволікає і адсорбує дисперговані зважені і колоїдні частинки, що обумовлюють каламутність і кольоровість води.

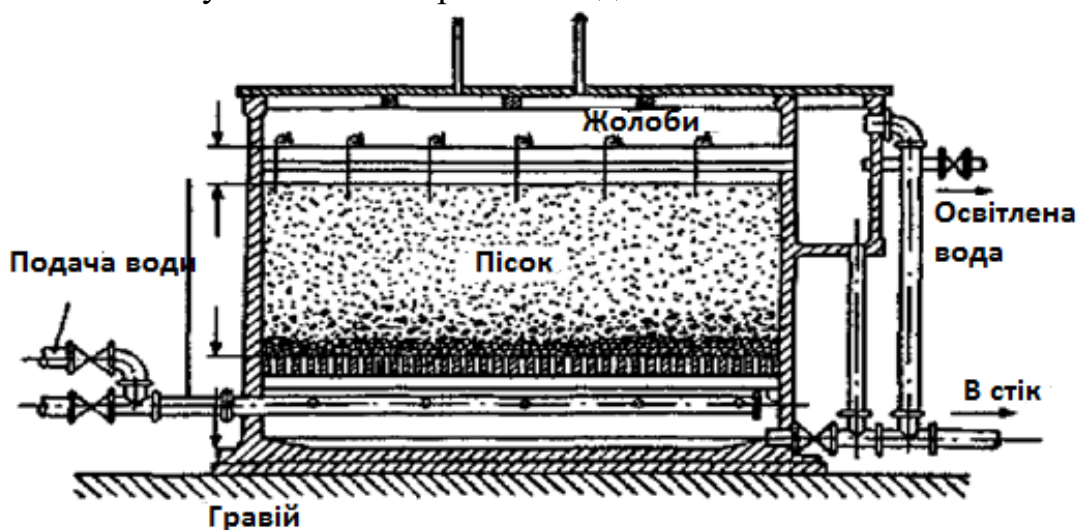


Рис. 5.6. Контактний освітлювач

За продуктивності системи водоочистки (до 800 м³ за добу) рекомендують використовувати напірну очисну установку «Струя» (додаток В).

Усунення запахів і присмаків досягається різними методами залежно від їх походження:

- появи запахів і присмаків натурального походження можна запобігти обробкою водою мідним купоросом.
- усунення аналогічних запахів у водопровідній воді виконують сильними окисниками (озон, діоксид хлору) чи адсорбентами (наприклад, активованим вугіллям).
- запахи і присмаки, зумовлені розчиненими газами чи солями, усуваються відповідними методами дегазації та знесолення.

Методи усунення присмаків і запахів залежать від характеру речовин, що викликали їх появу, і стану, в якому вони знаходяться (іонні та молекулярні розчини, колоїди та завислі речовини).

Спеціальні методи застосовують для поліпшення яких-небудь окремих властивостей води:

- пом'якшення води (додаток Г), тобто зниження її жорсткості, направлене на виділення солей кальцію і магнію ;
- дезодорація – видалення присмаків і запахів;
- дегазація – видалення розчинених газів;
- знезалізнення – видалення розчиненого заліза;
- знесолення і опріснення – зниження вмісту розчинених солей;
- фторування і дефторування – досягнення оптимального вмісту іонів фтору і т.д.

Пом'якшенням води називається процес, що призводить до зниження жорсткості води, тобто зменшення концентрації кальцієвих і магнієвих солей. Існує кілька методів зниження жорсткості: а) термічний метод, який ґрунтується на нагріванні води, дистиляції її чи виморожу ванні; б) реагентні методи, за яких іони Ca^{2+} і Mg^{2+} зв'язуються різними реагентами практично в нерозчинні сполуки; в) метод іонного обміну, який ґрунтується на фільтруванні води через спеціальні матеріали, які замінюють іони Na^+ і H^+ зі свого складу на іони Ca^{2+} і Mg^{2+} з води. Схема установки для комплексної підготовки води подана в додатку А.

Знесолення і опріснення води. Процес усунення солей з води залежно від ступеня їх вилучення називається знесоленням чи опрісненням. При знесоленні концентрація розчинених солей знижується до межі, близької до вмісту їх у дистильованій воді, а при опрісненні – до концентрації, яка допустима при використанні води для господарсько-питних потреб (мінералізація до 1000 мг/дм^3 , сульфати менше 500 мг/дм^3 , хлориди менше 350 мг/дм^3).

Опріснення може бути здійсненим як із зміною агрегатного стану води (дистиляція, виморожування), так і без його зміни (електродіаліз, зворотний осмос чи гіперфільтрація, іонний обмін, екстракція води у вигляді кристалізаційної води кристалогідратів та ін.).

Стабільність є одним із основних показників якості води, вона характеризує її властивість не виділяти з розчину і не розчиняти карбонат кальцію. Порушення стабільності води може зумовлюватися присутністю агресивної вуглекислоти чи кисню, низьким рН, перенасиченням води карбонатом кальцію чи гідроксидом магнію, підвищеною концентрацією сульфатів чи хлоридів.

Для боротьби з нестабільністю води, яка призводить до відкладання солей на поверхні трубопроводів, застосовують її підкислення, карбонізацію димовими газами (рекарбонізацію) тощо.

Дегазація води. Найбільш часто доводиться усувати з води корозійно активну вуглекислоту, кисень, H_2S , які зумовлюють чи підсилюють корозію металів, а також бетону. Наявність цих газів у воді в багатьох випадках негативно впливає на якість продукції та стан обладнання. До цього слід додати й неприємний запах, що надає воді H_2S . Існують фізичні та хімічні методи дегазації.

Знезараження – знищення бактерій з метою доведення санітарно-епідеміологічних показників якості води до нормативних значень (додаток Г).

Знезараження води може бути реалізовано такими способами:

- ✓ введенням у воду сильних окислювачів, здатних руйнувати ферменти бактерійних кліток (хлорування, озонування);
- ✓ введенням у воду срібла або інших металів, що мають знезаражувальну дію;
- ✓ опромінюванням води ультрафіолетовими променями; нагріванням води; дією ультразвуком; рентгенівським випромінюванням, вакуумуванням.

4. Основні схеми поліпшення якості природної води

Найбільше розповсюдження у практиці водоочистки, особливо в міських водопроводах, мають схеми очисних споруд з самопливним рухом води. Вода, подана НС 1-го підйому, самопливом проходить послідовно всі очисні споруди і поступає у збірні РЧВ, з яких забирається насосами станції 2-го підйому. Таким чином, РЧВ безпосередньо пов'язані з комплексом очисних споруд і повинні розташовуватися поблизу них, як і НС 2-го підйому.

Основні вживані схеми споруд станції очищення води, призначеної для господарсько-питних цілей і принцип їх роботи наведені нижче.

Очищення води за схемою, що включає відстійники і фільтри (рис. 5.7.).

Вихідна вода (з поверхневого джерела) насосами НС 1-го підйому подається у змішувач. Сюди ж подаються розчини необхідних реагентів (коагулянти, флокулянти, розчини лугів – вапняне молоко, хлорна вода). Фізико-хімічні процеси взаємодії реагентів з домішками протікають в камерах утворення пластівців, найчастіше вбудованих в горизонтальні відстійники. Крупні пластівці, що утворилися при коагуляції і флокуляції, осідають у відстійниках під дією сили тяжіння. Дрібні домішки, що не осіли у відстійниках, затримуються при фільтруванні води через зернисте завантаження фільтрів. Далі вода прямує в РЧВ, перед яким відбувається вторинна обробка її знезаражувальними реагентами.

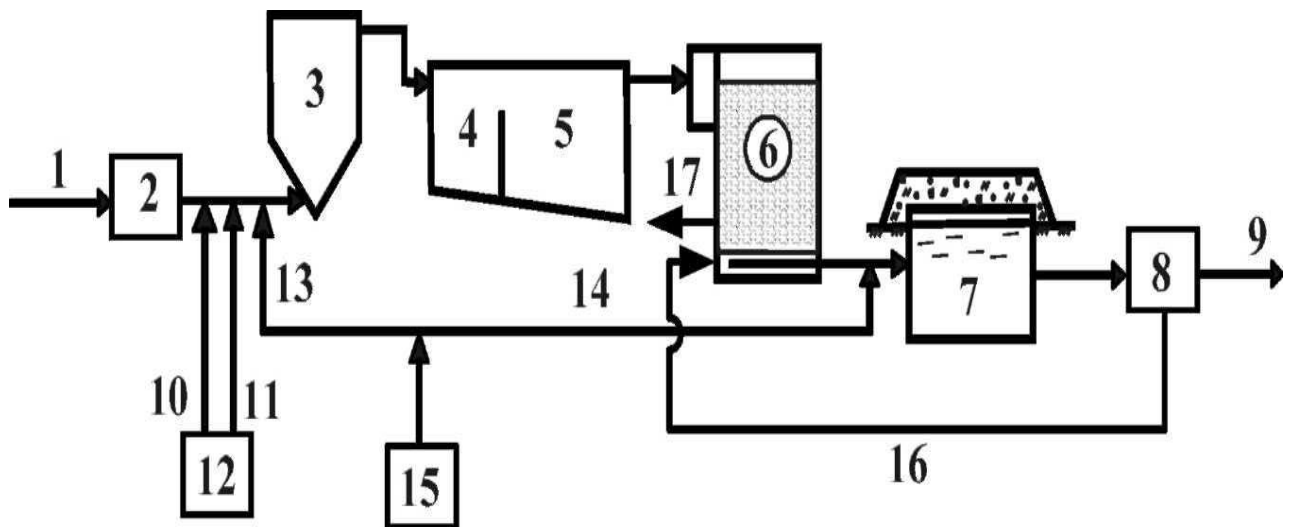


Рис. 5.7. Технологічна схема очищення води з поверхневого джерела, що включає відстійники і фільтри:

1 — подача вихідної води від водозабору; 2 — НС 1-го підйому; 3 — змішувач; 4 — камера утворення пластівців; 5 — горизонтальний відстійник; 6 — швидкий фільтр; 7 — РЧВ; 8 — НС 2-го підйому; 9 — подача води питної якості споживачу; 10 — подача розчину коагулянта; 11 — подача вапняного молока; 12 — реагентне господарство; 13, 14 — первинне і вторинне хлорування; 15 — хлораторна; 16 — подача очищеної води для промивки фільтрів; 17 — скидання забрудненої промивної води фільтрів

З РЧВ очищена вода насосами НС 2-го підйому прямує споживачу. Осад, що збирається на дні відстійника, періодично видаляється (1-2 рази на добу). Ця схема є двоступеневою, оскільки двічі здійснюється освітлення води (відстоюванням і фільтруванням), і двопроесною, оскільки освітлюється вода двома способами.

За схемою, що включає освітлювачі із завислим осадом і фільтри (рис.5.8.), вода після змішування з розчинами реагентів поступає в нижню частину робочої камери освітлювача із завислим осадом. Пластівці коагулянта і частинки суспензії підіймаються висхідним потоком води до тих пір, поки швидкість випадання їх в осад під дією сили тяжіння не стане рівною висхідній швидкості потоку. Таким чином, частинки утворюють завислий шар осаду («фільтр»), через який немовби фільтрується вода, яка збирається у верхній частині споруди. У шарі завислого осаду відбувається процес прилипання частинок суспензії до пластивців коагулянта, що утворилися у воді (процес контактної коагуляції).

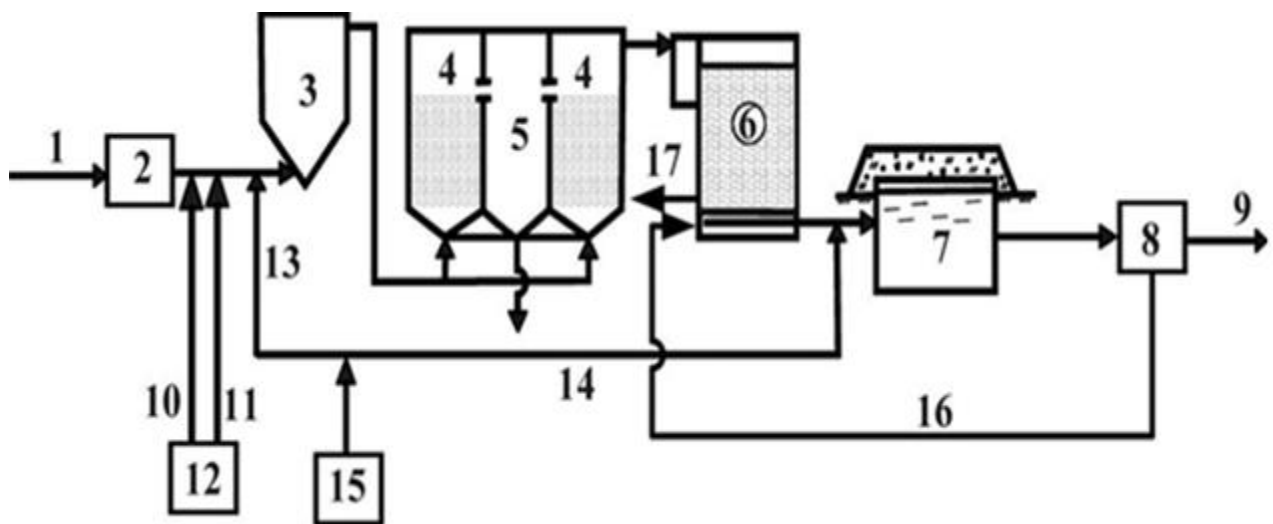


Рис. 5.8. Технологічна схема очищення води поверхневого джерела освітлювачами із завислим осадом і фільтрами:

1 — подача вихідної води від водозабору; 2 — НС 1-го підйому; 3 — змішувач; 4 — робоча камера освітлювача із завислим осадом; 5 — осадкоушільнювач; 6 — швидкий фільтр; 7 — РЧВ; 8 — НС 2-го підйому; 9 — подача очищеної води споживачам; 10 — подача розчину коагулянту; 11 — подача розчину флокулянту; 12 — реагентне господарство; 13, 14 — первинне і вторинне хлорування; 15 — хлораторна; 16 — подача очищеної води для промивки фільтрів; 17 — скидання забрудненої промивної води фільтрів

Нові порції оброблюваної води приносять нові порції пластивців і частинок суспензії, внаслідок чого висота завислого шару збільшується. При досягненні верхньою межею шару осадкоприймальних вікон частина завислої маси поступає в осадкоушільнювач, де під дією сили тяжіння осад ущільнюється (суспензія осідає) і видаляється, а освітлена вода, що утворилася, прямує у змішувач.

Остаточне освітлення оброблюваної води відбувається шляхом фільтрування. Ця схема є двоступеневою і двопроесною (використовується освітлення води в шарі завислого осаду і фільтрування).

Процеси, пов'язані з перекачуванням і збором води, обробкою її реагентами, знезараженням, аналогічні вищеописаним для попередньої схеми.

Схема, що наведена на рис. 5.9., є одноступеневою, оскільки очищення води здійснюється в одній споруді — контактному освітлювачі, який поєднує функції споруд утворення пластівців, відстоювання і фільтрування. Конструктивно принципова відмінність контактних освітлювачів від звичайних фільтрів полягає в тому, що оброблювана вода фільтрується від низу до верху. Процес очищення води здійснюється за рахунок фільтрування і контактної коагуляції, при якій колоїдні частинки прилипають до зерен завантаження, на поверхні яких при пропуску коагульованої води утворюється плівка.

Аналогічно вищеописаній схемі на рис. 5.8. показані процеси перекачування води, обробки реагентами, знезараження, збору очищеної води, подачі й обробки промивної води для контактних освітлювачів.

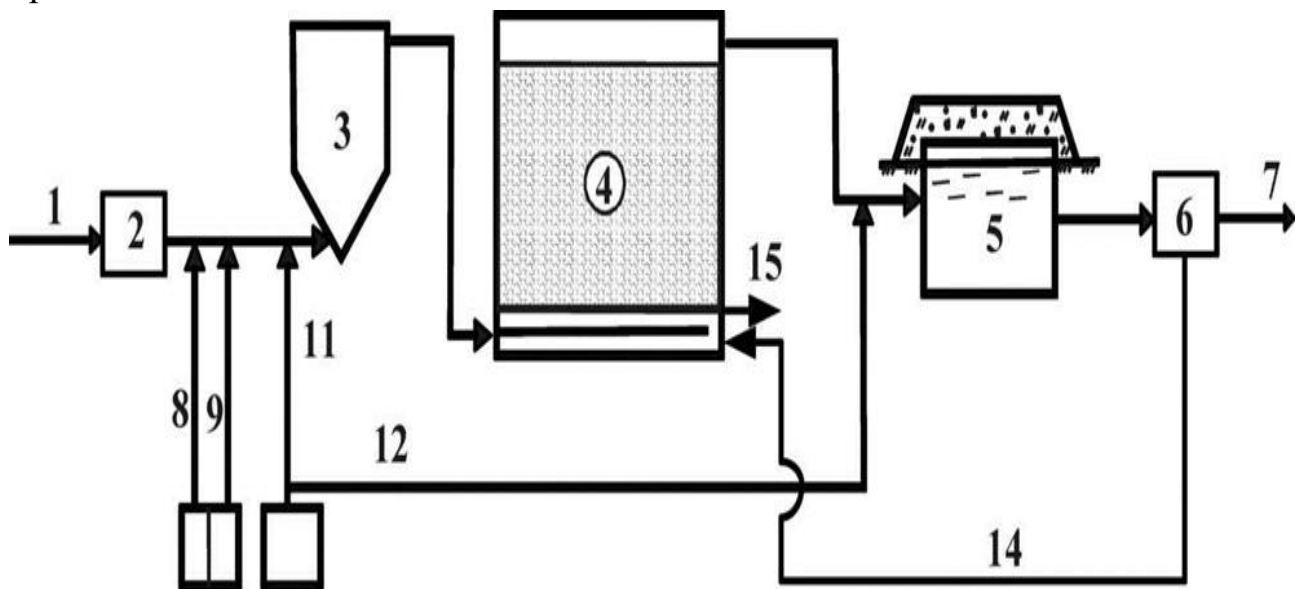


Рис. 5.9. Технологічна схема очищення води з поверхневого джерела, що включає контактні освітлювачі:

1 — вихідна вода від водозабору; 2 — НС 1-го підйому; 3 — змішувач; 4 — контактний освітлювач; 5 — РЧВ; 6 — НС 2-го підйому; 7 — подача очищеної води споживачам; 8 — подача розчину коагулянту; 9 — подача розчину флокулянту; 10 — реагентне господарство; 11, 12 — первинне і вторинне хлорування; 13 — хлораторна; 14 — подача очищеної води для промивки контактних освітлювачів; 15 — скидання забрудненої промивної води після промивки контактних освітлювачів

Схема, яка наведена на рис. 5.10., є двоступеневою і однопроесною (вода освітлюється двічі і в обох випадках фільтруванням). Відмінність її від достатньо описаної схеми на рис. 5.7. полягає в тому, що перший ступінь освітлення води

протікає у фільтрах, в яких разом з власне фільтруванням протікає і контактна коагуляція.

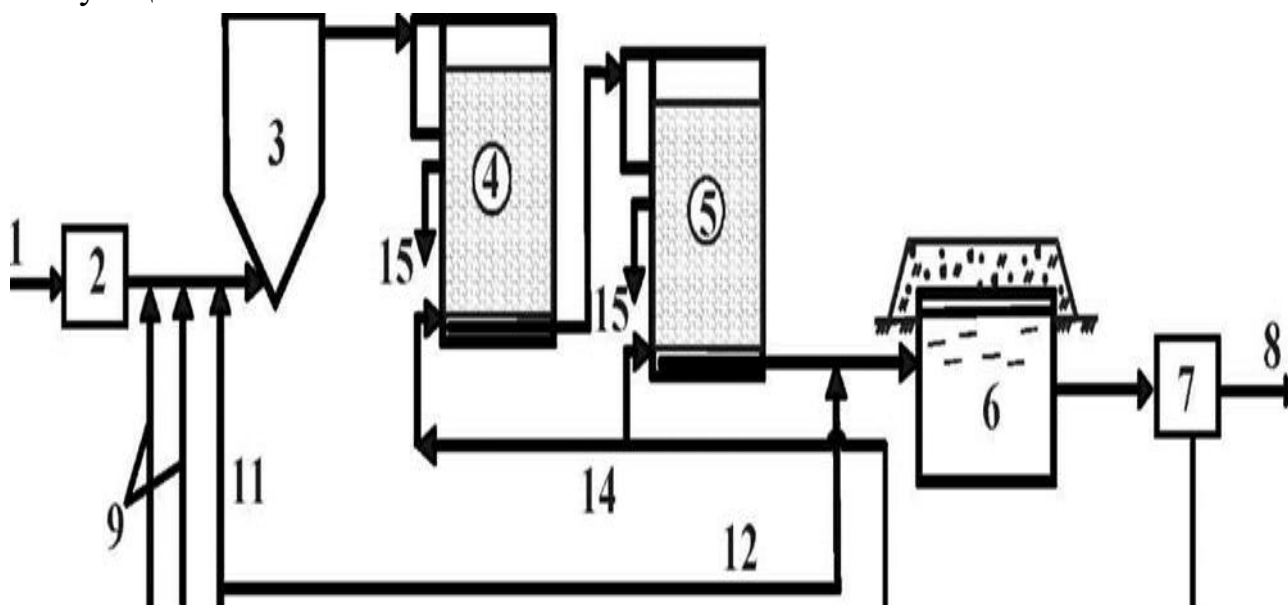


Рис. 5.10. Технологічна схема очищення води поверхневого джерела з двоступінчатим фільтруванням:

1 — оброблювана вода від водозабору; 2 — НС 1-го підйому; 3 — змішувач;
 4 — контактний попередній фільтр (фільтр 1 ступеня); 5 — швидкий фільтр; 6 — РЧВ; 7 — НС 2-го підйому; 8 — подача очищеної води споживачам; 9 — подача необхідних реагентів;
 10 —реагентне господарство; 11, 12 — первинне і вторинне хлорування; 13 — хлораторна;
 14 — подача чистої води для промивки фільтрів; 15 — відведення забрудненої промивної води фільтрів

В окремих випадках (при необхідності) схеми очисних споруд господарсько-питних водопроводів можуть бути доповнені пристроями для зм'якшування, знезалізнення, знефторювання або фторування води, обробки активованим вугіллям або іншими реагентами.

Схеми обробки підземних вод для господарсько-питних цілей, як правило, простіші, оскільки часто включають тільки споруди для знезараження води.

Схеми очищення і обробки води для потреб виробництва дуже різноманітні, як і вимоги до якості води, що ставлять різні виробничі споживачі. Для ряду споживачів ці схеми досить прості (наприклад, грубе освітлення води); для інших споживачів потрібна вода такої якості, якої взагалі не існує в природних джерелах, і в цих випадках застосовують складні схеми, в яких використовують різні фізичні й хімічні процеси для досягнення необхідного результату.

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення водопідготовка та водоочистка.

2. Класифікація домішок за фазовим станом.
3. Характеристика груп підготовки води.
4. Назвіть способи досягнення бажаного ступеня освітлення води.
5. З якою метою використовують мікрофільтрацію та барабанні сита?
6. Суть процесу відстоювання води.
7. Як поділяють відстійники води?
8. Сутність процесу флоатації води.
9. Якими методами можна досягти знебарвлення води?
10. Суть методу коагуляції води.
11. Охарактеризуйте типи коагуляції води.
12. Які коагулянти і флокулянти використовують поліпшення якості води?
13. З яких операцій складається процес коагуляції на водоочисних станціях?
14. Суть процесу фільтрації води.
15. Класифікація фільтрів води з урахуванням різних характеристик
16. Основні фактори, що сприяють очищенню води на повільних фільтрах.
17. Суть об'ємної фільтрації води на швидких фільтрах.
18. Призначення контактних освітлювачів.
19. Якими методами досягається усунення запахів і присмаків води?
20. Назвіть спеціальні методи, які застосовують для поліпшення окремих властивостей води.
21. Методи зниження жорсткості води.
22. Чим може зумовлюватися порушення стабільності води, способи усунення?
23. Способи знезараження води.
24. Очищення води за схемою, що включає відстійники і фільтри.
25. Технологічна схема очищення води з поверхневого джерела, що включає контактні освітлювачі

ТЕМА 6. САНІТАРНА ОХОРОНА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

1. Основні етапи та наукові напрямки з санітарної охорони поверхневих водойм.
2. Джерела забруднення поверхневих водойм.
3. Вплив забруднених поверхневих водойм на здоров'я людини.
4. Заходи з санітарної охорони водних об'єктів.
5. Самоочищення поверхневих водойм.
6. Гігієнічні вимоги до якості води поверхневих водойм і оцінка умов скидання в них стічних вод.

Під санітарною охороною водних об'єктів мають на увазі комплекс заходів (законодавчих, організаційних, економічних, планувальних, наукових, технологічних, санітарно-технічних), що забезпечують такий стан водних ресурсів, який дає можливість використовувати їх для господарсько-питного водопостачання населення, купання, фізичної культури, лікувально-оздоровчих цілей, а також зберігає за водоймами важливе значення у формуванні мікроклімату населених місць та їх ландшафтної і архітектурної виразності. Іншими словами, це захист водних об'єктів від джерел забруднення.

1. Основні етапи та наукові напрямки з санітарної охорони поверхневих водойм

Проблема санітарної охорони поверхневих водойм від механічних, хімічних і мікробіологічних забруднювачів у своєму розвитку пройшла три основних етапи, які ґрунтувалися на трьох наукових напрямках (табл. 12). І сьогодні триває дискусія про перспективи подальшого розвитку санітарної охорони поверхневих водойм.

Перший етап розвитку проблеми отримав назву *природознавчого*, суть якого полягала в збереженні природної якості води в поверхневих водоймах і зводилася до заборони відводити в них стічні води. Почався цей етап в 1876 р. в Англії, де був ухвалений закон про охорону річок. Аналогічні заборонені заходи почали проводити в Росії, Франції та інших країнах. В цей період за умов наявності в місті системи каналізації стічні води дозволяли направляти на поля зрошення. Якщо ж каналізації не було, рідкі відходи вивозили на поля асенізації.

Очищення стічних вод на полях зрошення відбувалося внаслідок: випаровування і вимерзання за рахунок природних факторів; фільтрації через шар ґрунту (товщиною не менше 1 м) і самоочищення від забруднювачів (переважно органічних і мікробних). Потім біологічно очищені стічні води надходили в ґрунтовий потік і разом з ним поверталися у водойми по так званому малому колу кругообігу води в природі.

Таблиця 12

Основні етапи та наукові напрямки з санітарної охорони поверхневих
 водойм

Роки	Етап розвитку заходів за СОВ	Науковий напрямок	Країна-засновниця
1876-1906	Заборона скидання будь-яких (в тому числі і частково очищених) стічних вод у відкриті водойми	Природознавчий або санітарного максималізму	Англія
1906-1928	Нормування якості стічних вод з урахуванням технологічних можливостей найбільш сучасних методів очищення. Дозвіл скидати їх при відповідності стандарту	Санітарно-технічного максималізму	Росія
з 1928 р. до нашого часу	Гігієнічне нормування якості води водойм за 1 км вище до найближчого пункту водокористування. Скидання стічних вод дозволяється, якщо якість води за 1 км до місця використання водойми відповідає гігієнічним вимогам	Фізіолого-гігієнічний	Росія

Стічні води очищалися від різних органічних забруднень завдяки життєдіяльності ґрунтових сапрофітних мікроорганізмів. У них відмирили патогенні мікроорганізми, сорбовані на частинках ґрунтів, стічні води розбавлялися ґрунтовими водами, звільнялися від токсичних хімічних речовин за рахунок сорбції, розведення, розпаду і т. д.

Теоретичною підставою заходів забороненого характеру був перший науковий напрямок по санітарній охороні водойм, який отримав назву *природознавчого, або напрямку санітарного максималізму*. Його прихильники досі вважають, що потрібно заборонити будь-яке скидання стічних вод в поверхневі водойми.

Водночас заборона скидання будь-яких, у тому числі і очищених, стічних вод у водойми мала і негативні наслідки. В населених пунктах обмежувалося впровадження каналізації (сплавної системи позбавлення від рідких відходів). Гальмувалася розробка традиційних методів біологічного очищення стічних вод (відтворюють процеси самоочищення у водному середовищі) і тих, які передбачають скидання очищених стічних вод у водойми. Швидке зростання міст і бурхливе розвиток промисловості сприяли утворенню великої кількості стічної води. Це вимагало відведення значних земельних площ під поля зрошення. Як виявилось надалі, категорична заборона випуску стічних вод у водойми, навіть біологічно очищених, була нереальна і не потрібна.

Другий етап санітарної охорони водойм (1906 р.) отримав назву *етапу нормування якості стічних вод*. Він передбачав розробку стандартів якості стічних вод перед їх випуском у водойму з урахуванням технологічних можливостей

найбільш сучасних і ефективних очисних каналізаційних споруд. Його прихильники — санітарні «техніцисти» — створили відповідний науковий напрямок санітарно-технічного максималізму. Його суть — дозволялося скидати в поверхневі водойми тільки такі стічні води, ступінь очищення яких відповідала максимальним технічним можливостям очисних каналізаційних споруд.

Постійне вдосконалення технології очищення стічних вод, можливість більш глибокого очищення створювали теоретичні передумови для постійного перегляду стандартів якості стічної води перед випуском у водойми. Однак встановлено, що максимальне очищення і знешкодження стічних вод технічно можливі лише в окремих випадках, економічно і технічно вони не завжди доступні, та й не виправдані.

Водночас гігієнічна наука та практика водокористування свідчать, що не кожен випуск стічних вод у водойми призводить до їх забруднення. Гігієнічним критерієм забруднення з санітарної точки зору вважається лише таке забруднення, при якому якість води у водоймі є небезпечною для здоров'я населення або обмежує водокористування.

Все це сприяло розвитку (з 1929 р.) третього етапу санітарної охорони водойм — *етапу нормування якості води поверхневих водойм вище за течією за 1 км від найближчого пункту водокористування*. Науковий напрямок, на якому засновані заходи по санітарній охороні водойм, отримало назву *фізіолого-гігієнічного*. Сутність його полягає в нормуванні не якості стічних вод, які скидаються у водойми, виходячи з технічних можливостей очисних каналізаційних споруд, а якості води водойми після надходження в нього стічних вод за 1 км до найближчого пункту водокористування.

Вимоги до якості води водойм залежать від виду його використання. Так, вимоги до якості води водойм як джерел господарсько-питного водопостачання населених пунктів одні, а до води водойм, які використовуються для культурно-побутових (купання, спорт, відпочинок населення) і рекреаційних цілей, інші, рибогосподарських, — треті і т. д. Вимоги до якості питної води централізованих і децентралізованих систем водопостачання більш жорсткі, ніж до якості води, призначеної для технологічних цілей або для зрошення полів тощо, що особливо важливо, нешкідливість дії води водойм на організм людини повинна бути підтверджена результатами глибоких експериментальних досліджень.

Отже, сьогодні головним науковим напрямком, на якому ґрунтуються заходи з санітарної охорони водойм, є фізіолого-гігієнічний. Але і цей напрямок має недоліки. Зокрема, вузьким місцем при нормуванні якості води у водоймах є екстраполяція (перенесення) закономірностей, встановлених в лабораторних умовах і дослідах на експериментальних тваринах, на реальні умови НС і організм людини. У процесі проведення лабораторних експериментів по вивченню впливу нормованої хімічної речовини на органолептичні властивості води, процеси

самоочищення водойм, організм теплокровних тварин не беруть до уваги безліч факторів, які спостерігаються в природних умовах.

Однак цей напрямок отримав світове визнання. Воно лежить в основі заходів з санітарної охорони водойм у більшості країн. Основним ідеологом цього напрямку є член-кореспондент АМН СРСР, доктор медичних наук, професор С. Н. Черкинський, який в 1949 р. створив теорію, методологію і науково обґрунтував принципову схему наукових досліджень по гігієнічному нормуванню шкідливих хімічних речовин у воді водойм. Його учні та послідовники Г. І. Сидоренко, Г. М. Красовський, Ю. А. Рахманін, К. І. Акулов, інші вчені-гігієністи дотримуються фізіологічного напрямку в розробці та впровадженні заходів по санітарній охороні водойм.

2. Джерела забруднення поверхневих водойм

Головними джерелами несприятливого впливу на поверхневі водойми, їх забруднення є *стічні води* — *рідкі відходи побутової та виробничої діяльності людини*. *Стічною* називається вода, яка утворилася після використання питної води людиною для задоволення тих чи інших потреб у побуті або на виробництві. При цьому у воду потрапили додаткові домішки (забруднення), які змінили і погіршили її склад.

Залежно від походження стічні води ділять на:

- 1) господарсько-побутові, або господарсько-фекальні, що утворюються в результаті діяльності людей переважно в житлових і громадських будівлях;
- 2) промислові, що утворюються на промислових підприємствах, в результаті технологічних виробничих процесів;
- 3) зливові (атмосферні), утворюються внаслідок формування поверхневого стоку з територій населених місць, промислових майданчиків і сільськогосподарських полів під час атмосферних опадів і танення снігу;
- 4) міські, як суміш побутових і промислових стічних вод, що утворюються у населеному пункті внаслідок відведення неочищених або попередньо очищених промислових стічних вод в загальноміську каналізацію;
- 5) дренажні води з зрошуваних земель;
- 6) стічні води тваринницьких комплексів;
- 7) стічні води ставків-накопичувачів, які скидаються в водойми в період весняного паводку. Бувають випадки вимушеного скидання стічних вод з накопичувачів, при недостатніх витратах річки, в зарегульовані водойми, в період паводку та ін.;
- 8) стічні води пасажирських суден морського і річкового флоту, вантажних і нафтоналивних терміналів і суден.

Крім того, водойми забруднюються при заборі піску і проведенні інших робіт в їх руслі. До забруднення водойм призводить замочування в них волокнистих

рослин, наприклад льону або конопель. Забруднює водойми і сплав лісу. Поверхневі водойми можуть забруднюватися через атмосферне повітря. Водойми можуть також забруднюватися внаслідок масового відмирання в них водних організмів, тваринних і рослинних, особливо в осінній час, зкаламучення донних відкладень.

3. Вплив забруднених поверхневих водойм на здоров'я людини

Забруднення поверхневих водойм має пряму і опосередковану дію на здоров'я людини. Пряма шкідлива дія може проявитися як при надходженні води в організм людини перорально (людина свідомо п'є воду із забрудненої водойми або випадково наковталася її під час купання), так і при контакті її зі шкірою і слизовими оболонками під час плавання, але найчастіше шкідливий вплив здійснюється за схемою: забруднена вода поверхневої водойми - питна вода - людина. Пояснюється це тим, що технології підготовки питної води з поверхневих джерел водопостачання дають можливість поліпшити лише деякі її властивості. Зокрема, знизити каламутність і кольоровість за рахунок освітлення і знебарвлення, позбавити від епідемічної небезпеки шляхом знезараження, поліпшити деякі показники мінерального складу шляхом спеціальних методів водопідготовки (опріснення, пом'якшення, фторування, дефторування та ін). Ці технології часом не розраховані на видалення з води окремих шкідливих хімічних речовин. Якщо їх концентрація у водоймі в місцях водозабору буде значно перевищувати ГДК, вони можуть пройти водоочисні споруди практично транзитом, потрапити в питну воду, а з питною водою — в організм людини.

Отже, з одного боку, вживання або використання населенням води з водойм, забруднених ентеропатогенними бактеріями і вірусами, найпростішими, гельмінтами, може привести до масових інфекційних захворювань і інвазій, а з іншого — використання людиною забрудненої води, яка містить шкідливі хімічні речовини в концентраціях, що перевищують ГДК, може зумовити гостре або хронічне отруєння з можливими віддаленими наслідками (алергенними, тератогенними, мутагенними, канцерогенними).

Опосередкована, або непряма, шкідлива дія водойм на здоров'я людини відбувається за схемою: *забруднена вода — забруднені продукти харчування («дари моря») — людина; забруднена водойма — зрошення сільськогосподарських угідь — продукти харчування рослинного походження — людина; забруднена водойма-водоїм великої рогатої худоби-молоко — людина та ін.* Тобто опосередкована шкідлива дія забруднених водойм на здоров'я людини може статися при вживанні риби, інших продуктів харчування, виготовлених із сировини, отриманої із забруднених водойм; при використанні води, забрудненої ентеропатогенними бактеріями і вірусами або токсичними хімічними речовинами, для миття овочів,

фруктів, ягід, під час відпочинку на березі водойми, спортивно-масових заходів і т. п.

Наслідки впливу забрудненої води водойм на здоров'я людини в узагальненому вигляді може бути представлено наступним чином:

- якість питної водопровідної води багато в чому залежить від якості води в поверхневій водоймі, яка є реальним або може бути потенційним джерелом централізованого водопостачання;
- забруднення водойм призводить до скорочення харчових ресурсів внаслідок неможливості вживати рибу, рибопродукти, інші « дари моря», які можуть бути забруднені різними токсичними хімічними речовинами: важкими металами, хлорорганічними пестицидами, поліхлорованими біфенілами та ін.;
- забруднені води водойм не можна використовувати для зрошення сільськогосподарських угідь, оскільки це гальмує розвиток землеробства. Такі води не можуть бути використані також у тваринництві та птахівництві;
- втрата води через забруднення як сировинного ресурсу для народного господарства. Так, відомі випадки масових захворювань і загибелі овець на пасовищах, розташованих на островах біля Великобританії. Тварини гинули внаслідок вживання морських водоростей з високим вмістом ртуті і миш'яку.

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

4. Заходи з санітарної охорони водних об'єктів

Комплекс заходів по санітарній охороні водних об'єктів включає: законодавчі, планувальні, наукові (гігієнічні), технологічні та санітарно-технічні.

Законодавчі заходи — це збір законів і законодавчих державних актів (або офіційних документів), в яких відображені політика уряду країни, стратегія і тактика діяльності міністерств (зокрема, Міністерства охорони здоров'я, Міністерства екології природних ресурсів), установ (Держпродспоживслужби), відомств, підприємств та окремих фізичних осіб у галузі охорони водойм, їх права та обов'язки, а також ті гігієнічні вимоги, дотримання яких попереджає негативний вплив водойм на здоров'я населення і забезпечення оптимальних умов життєдіяльності в населених пунктах.

Один з головних законів у галузі санітарної охорони водних об'єктів — «Водний кодекс України» вказує, що всі водні об'єкти підлягають охороні від забруднення, яке може погіршити умови водопостачання, завдавати шкоди здоров'ю людей, погіршувати умови існування тварин і викликати інші несприятливі явища внаслідок зміни фізичних і хімічних властивостей вод, зниження їх здатності до природного очищення, порушення гідрогеологічного та гідрологічного режимів.

В ряді статей окремих законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», зазначено, що вода відкритих водойм, яку використовують для господарсько-питного водопостачання, купання, спортивних занять, організованого відпочинку, з лікувальною метою, а також вода водойм в межах населених пунктів повинна відповідати санітарним нормам. Постановою Верховної Ради України № 123/97-ВР від 27.11.1997 р. затверджено «Національна програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра і поліпшення якості питної води». Окремі держави домовляються про санітарну охорону транскордонних басейнів річок, берегової акваторії моря сусідніх держав та ін.

З метою раціонального використання поверхневих вод в умовах ускладнення взаємин природи і суспільства ще в 1981 р. рядом Європейських держав розроблені «Єдині критерії якості вод». Вони дають можливість удосконалити систему контролю та управління станом водних об'єктів як на національному, так і на міждержавному рівнях. В основу документа покладена єдина система критеріїв якості вод, яка включала три класи: екологічні, економічні та соціально-політичні.

Згідно СанПіНу 4630-88 «Санітарні правила охорони поверхневих вод від забруднення» всі поверхневі водойми розділені на 2 категорії незалежно від характеру їх використання в населеному пункті: 1-а категорія — водойми, які використовують як джерела централізованого господарсько-питного водопостачання; 2-а — водойми культурно-побутового призначення (для відпочинку, купання, заняття спортом та ін.). Наведено також гігієнічну класифікацію водних об'єктів за ступенем забруднення (допустима, помірна, висока, надзвичайно висока) для різних видів водокористування. Крім того, діє ГОСТ 2761-84, за яким водні об'єкти (поверхневі і підземні) розділені на 3 класи залежно від якості води та її відповідності гігієнічним нормативам.

Державний нагляд за раціональністю природокористування повинні здійснювати: Міністерство екології та природних ресурсів України, Державний комітет України по водному господарству, Державний комітет України з геології і використання надр, Міністерство охорони здоров'я України, Держпродспоживслужба.

Відповідальність посадових осіб або громадян за порушення санітарного законодавства з охорони водойм (Вказаних вище законів, недотримання вимог СанПіН 4630-88, ГОСТ 2761-84, санітарних правил експлуатації тих чи інших об'єктів), що може негативно вплинути на стан здоров'я населення, передбачається ст. 45 (дисциплінарна відповідальність), ст. 46 (адміністративна відповідальність та фінансові санкції), ст. 48 (цивільно-правова відповідальність), ст. 49 (кримінальна відповідальність) розділу VI Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Порядок накладення та стягнення штрафів за порушення санітарного законодавства встановлюються

відповідною Інструкцією, затвердженою Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 64 від 14.04.1995 р.

Планувальні заходи полягають у науковому обґрунтуванні, розробці і впровадженні:

- 1) санітарно-захисних розривів між водоймами і об'єктами народно-господарського комплексу, які в результаті діяльності можуть призвести до забруднення водойм;
- 2) зон санітарної охорони водопроводів з підземних і поверхневих вододжерел.

Берегову смугу поверхневих водойм виділяють виключно для громадського використання (озеленюють, обмежують певним чином сільськогосподарське використання схилів). Завдяки цьому попереджається безконтрольне користування водоймою.

У населених пунктах, лікувально-оздоровчих закладах, спортивно-оздоровчих спорудах, таборах відпочинку, на інших об'єктах, розташованих поблизу поверхневих водойм, повинні бути влаштовані централізоване водопостачання та каналізація. Все перспективне будівництво, особливо в межах зон санітарної охорони водопроводів, обов'язково погоджується з Держпродспоживслужбою конкретної території.

Наукові заходи полягають у науковому обґрунтуванні гігієнічних вимог до якості води водойм, що використовуються як джерела централізованого господарсько-питного водопостачання, або для культурно-побутових потреб. Провідне місце серед них займає розробка гігієнічних нормативів: ГДК або орієнтовно допустимих рівнів (ОДУ) у воді водойм шкідливих хімічних речовин, які можуть потрапити в них зі стічними водами промислових підприємств, з поверхневим стоком з сільськогосподарських угідь і привести до їх забруднення. Нормують шкідливі хімічні речовини у воді водойм по трьох показниках шкідливості: органолептичному, загально-санітарному і санітарно-токсикологічному. Показник шкідливості, за яким, на підставі експериментальних досліджень, встановлена найменша порогова концентрація хімічної речовини у воді, називається лімітуючим. Концентрація хімічної речовини у воді, яка не надає токсичного впливу за лімітуючим показником шкідливості, називається гранично допустимою.

Особливості гігієнічного нормування екзогенних хімічних речовин у воді викладені в підручнику «Загальна гігієна: пропедевтика гігієни» (К., 2000).

Технологічні заходи полягають у науковому обґрунтуванні, розробці і впровадженні таких технологій в промисловості та сільському господарстві, які б звели до мінімуму або повністю усунули можливість утворення і скидання у водні об'єкти стічних вод і твердих відходів: мінімізували рівні надходження шкідливих хімічних і біологічних забруднювачів у виробничі стічні води.

Санітарно-технічні заходи полягають у науковому обґрунтуванні, розробці та впровадженні високоефективних методів і способів прийому, своєчасного відведення, механічної, біологічної, фізико-хімічної очистки, знезараження та знешкодження побутових, доочищення промислових, інших видів стічних вод та їх осаду, що утворюються в населених пунктах, на промислових підприємствах, в окремо розташованих житлових будинках і громадських будівлях і спорудах.

5. Самоочищення поверхневих водойм

Прогресуванню забруднення води різноманітними забрудненнями, особливо у поверхневих водоймах, протистоять численні природні фізико-хімічні та біологічні процеси, спрямовані на відновлення стану водойми, які отримали назву «самоочищення».

Під самоочищенням поверхневих водойм передбачають весь комплекс біологічних, фізичних і хімічних процесів, які обумовлюють здатність водойм звільнятися від забруднень, що утворилися в результаті розпаду аутохтонних (водних) організмів або внесених зі стічними водами.

Процес самоочищення водойм відбувається завдяки наступним процесам:

- 1) розведенню стічних вод водою водойми;
- 2) седиментації (або осідання) зважених нерозчинених речовин і яєць гельмінтів;
- 3) використанню (поїданню) органічних речовин зоопланктоном, рибами;
- 4) хімічним перетворенням (окислювально-відновним, гідролізу і т. д.);
- 5) біохімічного окислення розчинених, у тому числі колоїдних, органічних речовин біоценозом мікроорганізмів та ін.

Одним з найбільш потужних шляхів самоочищення водойм є біохімічне окислення, спрямоване на зменшення органічного забруднення води. При надходженні у водойму разом зі стічними водами розчинених органічних речовин, природного та антропогенного походження, вони мінералізуються завдяки життєдіяльності сапрофітних водних мікроорганізмів, фіто- і зоопланктону. Процеси біохімічного окислення завершуються нітрифікацією з утворенням кінцевих продуктів розпаду — нітратів, карбонатів, сульфатів та ін. Для біохімічного окислення органічних речовин необхідна присутність у воді розчиненого кисню.

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

Коли у водойму скидають незначну кількість неочищених або недостатньо очищених стічних вод, починаючи з місця їх випуску, органічні речовини піддаються біохімічному розщепленню. Встановлено, що біоценози мікроорганізмів уздовж течії річки строго розмежовуються на зони сапробності. Під *сапробністю* мають на увазі комплекс фізіологічних властивостей певного

організму, що обумовлює його здатність розвиватися у воді з тим чи іншим вмістом органічної речовини.

Якщо стічні води скидати в невеликі річки, то вони майже по всій довжині, а великі річки на відстані до 60 км фактично виконують функцію очисної споруди. В такій споруді біохімічні процеси протікають в певній послідовності: на ділянці випуску біохімічні процеси виконують мікроорганізми, характерні для полісапробної, потім α -, β -мезосапробної, олігосапробної і, нарешті, катаробній зонам. Дві останні вільні від забруднення.

В процесі самоочищення водойм не тільки окислюються органічні речовини, але і відмирають патогенні, умовно-патогенні і сапрофітні для шкіри і слизових оболонок людини мікроорганізми. Вони гинуть внаслідок зменшення у воді поживних речовин, згубної дії сонячних променів, конкурентних взаємовідносин з водною мікрофлорою, бактерицидною дією антибіотичних речовин, що виділяються грибами та іншими водними сапрофітами, і т. д.

Щодо таких стійких забруднювачів, як важкі метали, пестициди, інші хлорорганічні сполуки, здатність водойми до самоочищення обмежується процесами розведення, сорбції на зважених речовинах і активному мулі з подальшою седиментацією і накопиченням в донних відкладеннях. Деякі екзогенні хімічні речовини руйнуються у воді водойм під дією сонячних променів (фотоліз), внаслідок гідролізу або деструкції, здійснюваної мікроорганізмами.

Отже, скидання у водойми стічних вод з різним вмістом в них органічних, бактеріальних і хімічних забруднювачів призводить до неминучого забруднення водойми. Процеси самоочищення протікають дуже повільно і на значних ділянках від місця скидання стічних вод. Їх швидкість залежить від потужності водойми, її стану (рівня забруднення) вище місця випуску стічних вод, від кількості забруднювачів, що надходять з стічні води. Здатність водойми самоочищатися має межі. У невеликих і особливо непроточних водоймах здатність до самоочищення незначна. Вичерпування здатності до самоочищення внаслідок тривалого і надмірного надходження неочищених або недостатньо очищених стічних вод неминуче призведе до забруднення водойми. А це при використанні її населенням для господарсько-питних або культурно-побутових цілей може призвести до негативних наслідків для здоров'я людей.

6. Гігієнічні вимоги до якості води поверхневих водойм і оцінка умов скидання в них стічних вод

Гігієнічні умови до якості води поверхневих водойм в залежності від видів водокористування в нашій країні регламентовані СанПіН № 4630-88. З 1991 р. в Україні введені «Правила охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» Державного комітету з охорони природи колишнього СРСР. Зазначеними

правилами встановлені додаткові вимоги до якості води поверхневих водойм і їх приток, які використовуються для рибогосподарських цілей. Ці вимоги, за деякими показниками, є більш жорсткими в порівнянні з СанПіН 4630-88. Крім того, вимоги до якості води поверхневих водойм регламентовані «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами», затвердженими постановою КС України від 25.03.1999 р. № 465 (далі Правила). Вони призначені для попередження або усунення такого забруднення водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення, яке може призвести до виникнення серед населення гострих інфекційних, паразитарних захворювань, інтоксикацій, зниження рекреаційної ролі водойм у зв'язку з появою у воді невластивих неприємних запахів, видимих неозброєним оком домішок, плівки, забарвлення та ін.

Вимоги Правил поширюються на всі поверхневі водойми. Вони визначають гігієнічні вимоги та нормативи якості води залежно від народно-господарського призначення водойми. Регламентують різні види господарської діяльності, які можуть призвести до забруднення поверхневих водойм. Визначають умови, при яких водойма вважається забрудненою, не придатною повністю або частково для централізованого господарсько-питного водопостачання або масового відпочинку населення.

Нормативи якості води водойм складаються з сукупності допустимих значень показників її складу і властивостей, в межах яких надійно забезпечуються здоров'я населення, сприятливі умови водокористування та екологічне благополуччя водного об'єкта.

Відповідно до Правил нормативи якості води у водоймах встановлюють залежно від характеру використання водних об'єктів.

Водні об'єкти або їх ділянки ділять на дві категорії водокористування: I категорія - поверхневі водойми, що використовуються для централізованого господарсько-питного водопостачання; II категорія - поверхневі водойми, що виконують рекреаційну роль, або використовуються населенням для купання, занять спортом і відпочинку. Водойми, що використовуються для рибогосподарських цілей, також ділять на дві категорії.

Вид водокористування встановлюють установи Держпродспоживслужби виходячи з того, як ця водойма використовується населенням в найближчому його пункті від місця скидання стічної води.

Забрудненням водойми стічними водами вважаються такі зміни якості води в контрольованому створі, які не відповідають вимогам СанПіН 4630-88 і обмежують водокористування. У зв'язку з тим, що обмеження водокористування визначається якістю води у водоймі, нормують якість води у водоймі на відстані 1 км вище від найближчого пункту водокористування в проточних і по обидві сторони від пункту водокористування - в непроточних водоймах.

Для забезпечення оптимальних умов господарсько-питного та культурно-побутового водокористування була запропонована гігієнічна класифікація водних об'єктів за ступенем забруднення (табл.13). В основу цієї класифікації покладено основний принцип і головна мета водного законодавства — попередження несприятливого впливу на населення хімічних і бактеріальних забруднювачів води. В класифікацію введені оціночні показники, пов'язані з чотирма критеріями шкідливості забруднення води водних об'єктів: органолептичного, токсикологічного, загально-санітарного та бактеріологічного показників: запах і присмак води; кратність перевищення ГДК хімічних речовин, нормативи для яких встановлені по органолептичному і токсикологічному показниками шкідливості; розчинений кисень; БПК₂₀; кількість кишкових паличок в 1 л води.

Таблиця 13

Гігієнічна класифікація водних об'єктів за ступенем забруднення *

Ступінь забруднення	Оціночні показники забруднення для водних об'єктів I та II категорій							
	органолептичний		токсикологічний	санітарний режим		бактеріологічний	Індекс забруднення	
	Запах, присмак, бал	ГДКорг (ступінь перевищення)	ГДК (ступінь перевищення)	БСК ₂₀ , мг/л		розчинений O ₂ , мг/л		Число ЛКП * * в 1 л
				I	II			
Допущений	2	1	1	3	6	4		<1-10 ⁴
Помірний	3	4	3	6	8	3	1-10 ⁴ -1-10 ⁵	1
Високий	4	8	10	8	10	2	1-10 ⁵ —1-10 ⁶	2
Надзвичайно високий	>4	>8	100	>8	>10	1	>1-10 ⁶	3

* «Методичні вказівки з розгляду проектів гранично допустимих скидів (ГДС) речовин, що надходять у водні об'єкти зі стічними водами» № 2875-83.

ГДКорг. - гранично допустимі концентрації речовин, встановлені за органолептичним ознакою шкідливості. Для водних об'єктів, що використовуються для масового відпочинку населення (II Категорія), допустиме число ЛКП не більше 1-10³, при благополучній епідемічній ситуації в районі — не більше 1-10⁴ КУО/л води (відповідно змінюється градація показника).

** ЛПК- лактозопозитивні кишкові палички.

Правила з метою санітарної охорони водойм обмежують відведення в них стічних вод. Для цього рекомендують максимально використовувати стічні води в оборотних системах водопостачання для вилучення цінних відходів, усувати їх повністю або частково за рахунок раціоналізації технології виробництва і створювати безстічні виробництва, а також використовувати стічні води для зрошення в сільському господарстві.

Забороняється скидати в поверхневі водойми: неочищені і недостатньо очищені господарсько-побутові, промислові та зливові стічні води; стічні води, що містять шкідливі речовини або продукти їх трансформації у воді, на які не встановлені ГДК або ОДК; радіоактивні речовини; технологічні відходи; промислово сировину, реагенти, напівпродукти і кінцеві продукти в кількостях, що

перевищують встановлені нормативи технологічних втрат. Правилами заборонено скидати у поверхневі водойми стічні води, що містять збудників інфекційних захворювань. Небезпечні в епідемічному відношенні стічні води дозволено скидати у водойми тільки після повного очищення і знезараження.

Критерієм епідемічної безпеки таких стічних вод є індекс бактерій групи кишкової палички, який не перевищує 1000, та індекс колі-фагів до 1000 БОЕ/л.

У господарсько-побутову каналізацію дозволено випускати радіоактивні стічні води з концентрацією радіонуклідів, яка перевищує допустиму для питної води не більше ніж в 10 разів. При цьому необхідно їх десятикратне розведення нерадіоактивними стічними водами ще в колекторі відповідної установи (підприємства).

Забороняється скидати стічні води в поверхневі водойми, які використовують з лікувальною метою (для водо- і грязелікування), у водойми, розташовані в межах околиці санітарної охорони курортів тощо.

В поверхневу водойму дозволяється скидати стічні води лише в тому випадку, якщо вони при змішуванні і розведенні з водою водойми:

- а) не роблять несприятливого впливу на фізичні властивості і органолептичні показники якості води;
- б) не перевищують допустимого вмісту мінерального складу води;
- в) не порушують процесів самоочищення у водоймі;
- г) не вносять у водойму патогенних мікроорганізмів, цист найпростіших, яєць гельмінтів;
- д) не підвищують вмісту шкідливих речовин до рівнів, небезпечних для здоров'я населення, що використовує воду для господарсько-питних потреб.

Під визначенням умов випуску стічних вод у водойму мають на увазі знаходження розрахунковим шляхом допустимого ступеня їх забруднення, при якій вони можуть бути відведені в конкретну водойму зі збереженням при цьому якості води в створі водойми на відстані 1 км вище найближчого пункту водокористування, відповідно до вимог СанПіН 4630-88.

Умови випуску стічних вод в обов'язковому порядку визначають фахівці органів Держпродспоживслужби під час попереджувального і поточного санітарного нагляду.

При здійсненні розрахунків умов випуску стічних вод в конкретну водойму враховують:

- 1) ступінь можливого змішування і розведення стічних вод водою поверхневої водойми на ділянці від місця скидання стічних вод до розрахункових (контрольних) найближчих пунктів господарсько-питного, культурно-побутового або рибогосподарського призначення;
- 2) фонову якість води поверхневої водойми вище місця розглянутого скидання стічних вод;

3) нормативи якості води поверхневих водойм відповідної категорії водокористування, що визначаються Правилами.

Методика розрахунку умов відведення стічних вод у водойму передбачає:

- 1) ознайомлення з матеріалами, що характеризують стічні води (кількість, склад, властивості і режим скидання);
- 2) ознайомлення з матеріалами, що характеризують водойму (витрата води, її склад і властивості по сезонах року, швидкість течії, умови перемішування, тривалість післяльодового періоду, характер використання водойми нижче місця скидання стічних вод);
- 3) перевірку ступеня змішування і розведення стічної рідини водою водойми в самому близькому до місця скидання пункті водоспоживання;
- 4) перевірку окремих показників якості стічних вод, що випускаються в водойму;
- 5) перевірку відповідності розрахункових величин фактичним і вивчення впливу скидання стічних вод на якість води у водоймі, водоспоживання, а в окремих випадках — і на здоров'я населення. Останню здійснюють під час поточного санітарного нагляду.

Питання для самоконтролю

1. Що розуміють під санітарною охороною водних об'єктів?
2. Суть першого етапу та наукового напрямку з санітарної охорони поверхневих водойм.
3. Охарактеризуйте другий етап та науковий напрямок з санітарної охорони поверхневих водойм.
4. Охарактеризуйте третій етап та науковий напрямок з санітарної охорони поверхневих водойм.
5. Яка вода називається стічною?
6. Як поділяють стічні води залежно від походження, їх утворення?
7. За якою схемою відбувається непряма шкідлива дія водойм на здоров'я людини?
8. Наслідки впливу забрудненої води водойм на здоров'я людини.
9. Що розуміють під законодавчими заходами з санітарної охорони водних об'єктів?
10. Які установи повинні здійснювати державний нагляд за раціональністю природокористування?
11. Яка відповідальність передбачена за порушення санітарного законодавства з охорони водойм?
12. В чому полягають планувальні заходи з санітарної охорони водних об'єктів?
13. Суть наукових заходів з санітарної охорони водних об'єктів.
14. В чому полягають технологічні заходи з санітарної охорони водних об'єктів?

15. Суть санітарно-технічних заходів з санітарної охорони водних об'єктів.
16. Завдяки яким процесам відбувається процес самоочищення водойм?
17. Охарактеризуйте процес самоочищення водойм.
18. Які забруднення обмежують здатність водойми до самоочищення?
19. Якими документами регламентовані гігієнічні умови до якості води поверхневих водойм в залежності від видів водокористування?
20. На які категорії водокористування ділять водні об'єкти або їх ділянки?
21. Гігієнічна класифікація водних об'єктів за ступенем забруднення.
22. Які стічні води дозволяється скидати в поверхневі водойми?
23. Які стічні води забороняється скидати в поверхневі водойми?
24. Умови, які враховують при здійсненні розрахунків умов випуску стічних вод в конкретну водойму.
25. Які умови передбачає методика розрахунку умов відведення стічних вод у водойму?

ТЕМА 7. СИСТЕМИ І СХЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

1. Призначення окремих елементів системи водовідведення.
2. Види систем водовідведення.
3. Споруди на каналізаційній мережі.
4. Умови прийому стічних вод у каналізаційну мережу.
5. Умови скидання очищених стічних вод у водні об'єкти.

1. Призначення окремих елементів системи водовідведення

Комплекс інженерних споруд і санітарних заходів, призначених для збору стічних вод в місці утворення, відведення (транспортування) їх за межі обслуговуваного (каналізованого) об'єкта, очищення, знешкодження і знезараження стічних вод і утворюваних осадів, випуску очищених стічних вод у водоймища, називається *водовідвідною системою або каналізацією*.

Система каналізації складається з наступних елементів (рис. 7.1):

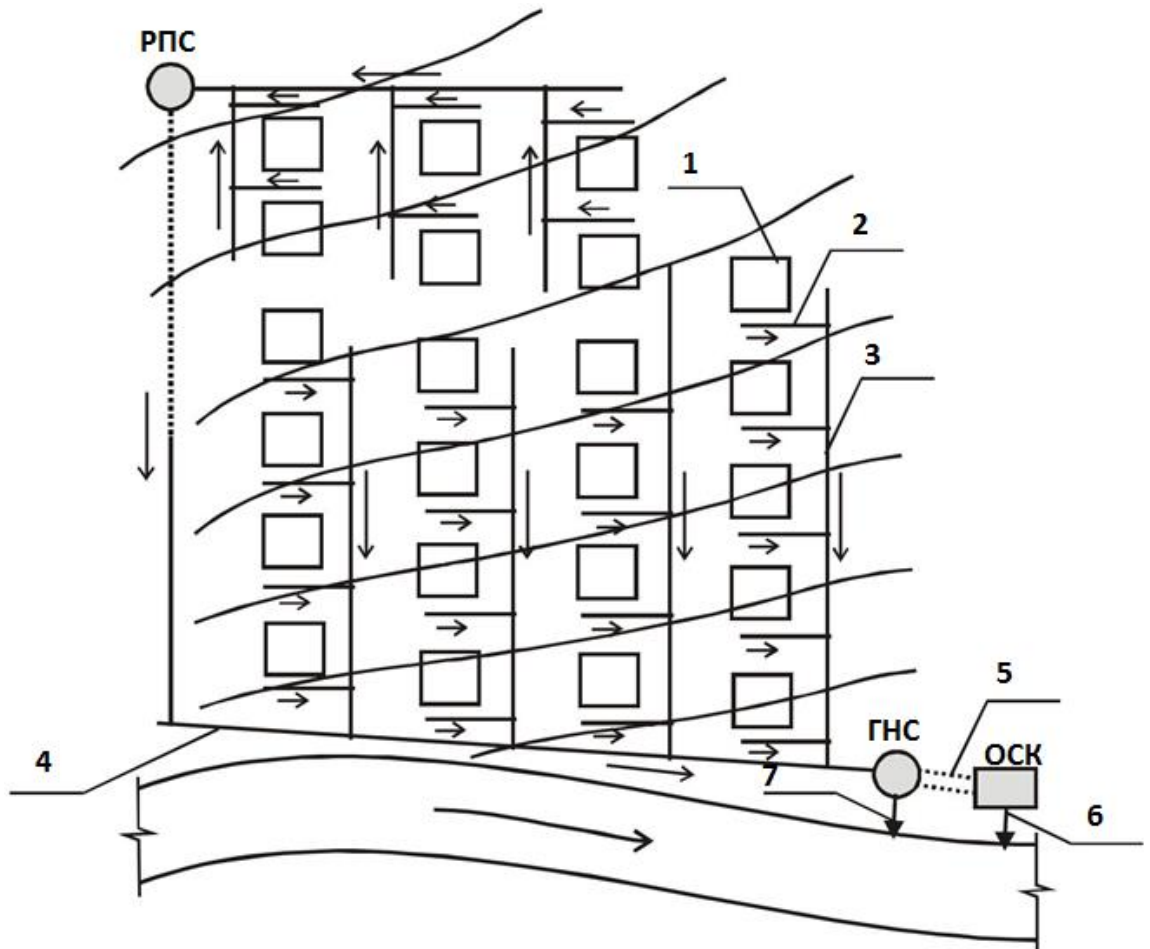


Рис. 7.1. Схема каналізації населеного пункту:

РПС – районна станція перекачування; ГНС – головна НС; ОСК – очисні споруди каналізації; 1 – квартали населеного пункту; 2 – вулична мережа; 3 – колектори; 4 – головний колектор; 5 – напірний колектор; 6 – випуск очищених стічних вод у водоймище; 7 – аварійний випуск

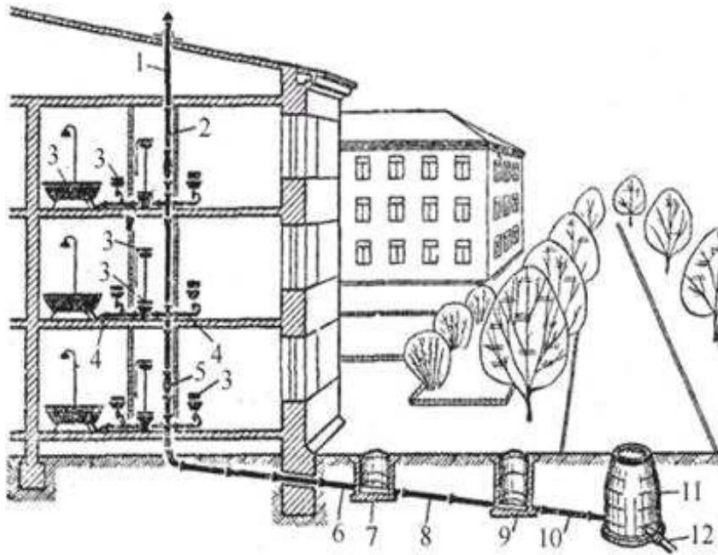


Рис.7.2.Схема внутрішньої каналізації житлової будівлі: 1 – витяжна вентиляційна труба; 2 – стояк; 3 – внутрішні будинкові каналізаційні пристрої; 4 – відвідна труба; 5 – ревізія; 6 – випуск; 7 – оглядовий колодязь на дворовій мережі; 8 – дворова мережа; 9 – контрольний колодязь; 10 – сполучна гілка; 11 – оглядовий колодязь на вуличній мережі; 12 – вулична мережа

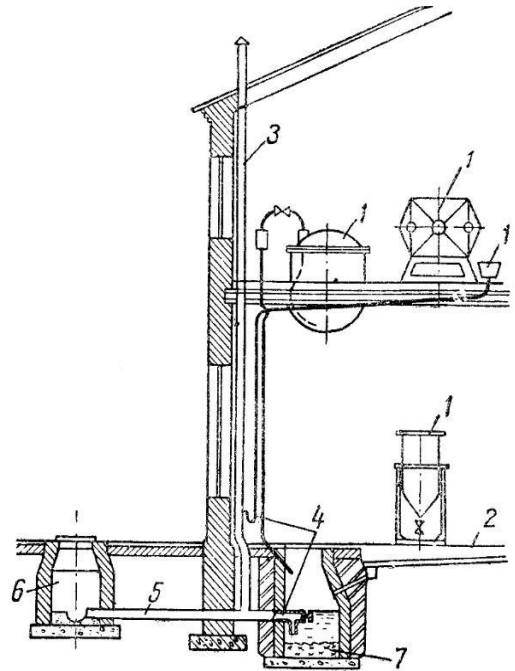


Рис. 7.3. Схема внутрішньої виробничої каналізації:
1 – виробничі апарати або машини;
2 – лоток; 3 – стояк; 4 – сифон;
5 – випуск; 6 – оглядовий колодязь;
7 – відстійник

Зовнішня каналізаційна мережа - це розгалужена мережа труб, каналів, що збирають і відводять стічні води самопливом до НС або до очисних споруд. Залежно від призначення, місця укладання і розмірів зовнішню каналізаційну мережу називають внутрішньодворовою, внутрішньоквартальною або вуличною. Каналізаційна мережа, яка розташована в межах однієї дворової ділянки і об'єднує випуски з окремих будівель, називається *дворовою* (рис. 7.4). Мережу, яка прокладена в межах кварталу і приймає стоки від будівель в цьому кварталі, називають *внутрішньоквартальною* (рис. 7.5). Мережу, що приймає стічні води з внутрішньоквартальних мереж, називають *вуличною*.

Внутрішньоквартальна каналізаційна мережа закінчується контрольним колодязем (КК), розташованим за межами кварталу. Ділянку мережі, що поєднує контрольний колодязь з вуличною мережею, називають сполучною гілкою.

Частина каналізованої території, яка обмежена вододілами, тобто найвищими за відмітками землі лініями, від яких рельєф місцевості знижується всередину цієї території, має назву басейну каналізування. Басейнами є і райони з пониженням рельєфу до однієї із своїх меж (до водоймища, яру). У межах кожного басейну вулична каналізаційна мережа об'єднується одним або декількома колекторами, які відводять стічні води за межі басейну.

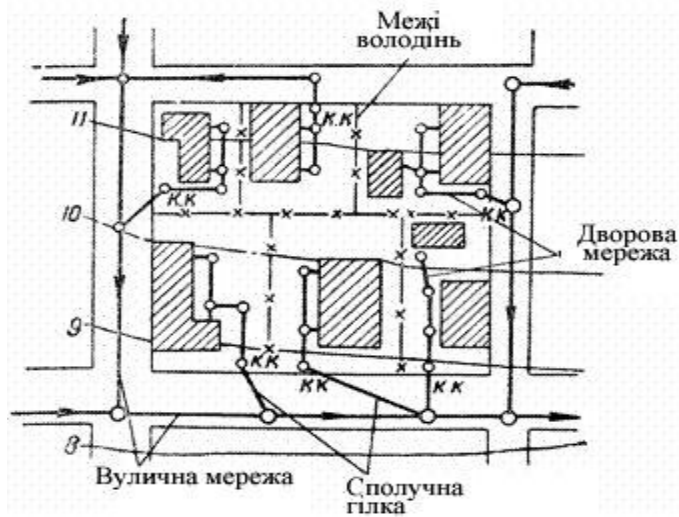


Рис.7.4. Схема дворової
Каналізаційної мережі

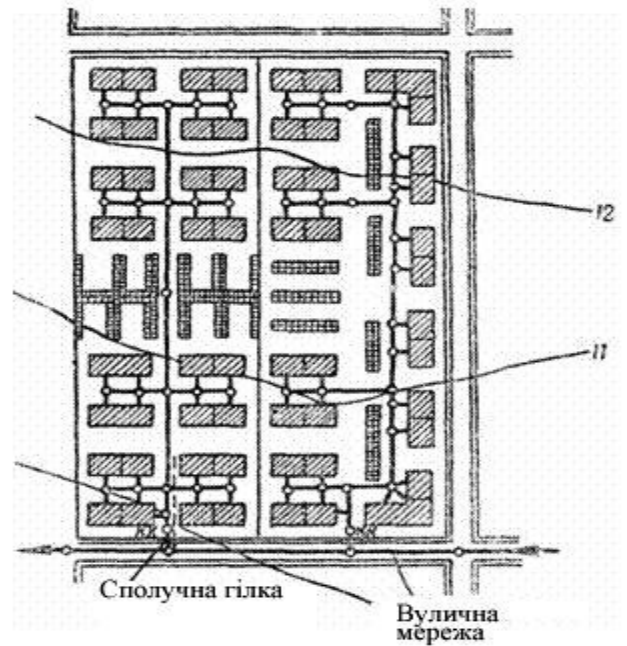


Рис.7.5. Схема внутрішньоквартальної
каналізаційної мережі

Колектором називають ділянку каналізаційної мережі, що приймає стічні води з двох або декількох вуличних ліній. Розрізняють колектори басейну каналізування (які об'єднують каналізаційну мережу всього басейну), *головний колектор* (який об'єднує два або декілька колекторів басейнів каналізування), заміські або відвідні колектори (що не мають приєднань, відводять стічні води транзитом за межі об'єкта каналізування до НС і ОС). Великі колектори називають **каналами**;

Насосні станції і напірні водоводи (колектори). Стічні води, якщо дозволяє рельєф місцевості, передають на ОС самопливом. При великих заглибленнях колекторів у знижених місцях влаштовують насосні станції для підйому стічних вод на вищі відмітки, звідки вони самопливом надходять на ОС. Залежно від призначення насосні станції підрозділяють на місцеві - для перекачування стічних вод одного або декількох окремих об'єктів каналізування; районні - для вод окремих районів або басейнів каналізування; головні - для вод каналізованого населеного пункту (об'єкта). Ділянку каналізаційної мережі від НС до самопливного каналу або ОС називають напірним колектором;

Споруди для очищення стічних вод і обробки осаду призначені для виділення з поступаючих стічних вод забруднень, що містяться в них. Крім того, на кожній очисній станції так чи інакше вирішують питання обробки утворюваних осадів; вони можуть оброблятися безпосередньо на території даної станції або передаватися для обробки на іншу станцію. Очисні споруди каналізації розташовують нижче за течією річки відносно обслуговуваного об'єкта на деякій відстані від забудови. Таким чином, навіть очищені стічні води скидаються у

водоймище за межами міста або підприємства і забруднення річкової води в межах населеного пункту не відбувається;

Випуски у водоймище – трубопроводи, які призначені для відведення очищених стічних вод у водоймище. Конструкція цих споруд обумовлена такими вимогами: забезпечення швидкого і інтенсивного змішування стічних вод з водою водоймища і виключення руйнування самого випуску потоками стічної води, що скидається, і води водоймища. Аварійні випуски розташовуються на головних колекторах і перед насосними станціями. Скидання води в річку через випуски допускається тільки в надзвичайних ситуаціях – при аваріях на колекторах або насосних станціях.

2. Види систем водовідведення

Внутрішні й зовнішні водовідвідні мережі є елементами **сплавної каналізації**, при якій рідкі, розчинені у воді забруднення транспортують на ОС для обробки за межі населених місць трубами і каналами, прокладеними під землею. Для невеликих споживачів (приватні будинки) використовується інший вид каналізації – **вивіз**. У цьому випадку тверді й рідкі забруднення збирають у водонепроникних приймачах (вигрібні ями) і періодично, в міру наповнення їх, вивозять для обробки. Вивіз каналізація економічно не вигідна, може бути використана тільки для збору невеликої кількості стічних вод і, на відміну від сплавної, не забезпечує належного санітарного стану території.

Воду, яку використовували для різних господарсько-побутових або виробничих потреб і яка змінила при цьому свої властивості, називають **стічною**, сюди ж відносяться дощові й талі води.

При **загальносплавній** системі каналізації всі побутові, виробничі й дощові води відводяться однією підземною мережею на очисні споруди для сумісного очищення (рис. 7.6.).

Для розвантаження загальносплавної мережі при сильних дощах на головному колекторі влаштовують розділові камери - ливнеспуски, через які в разі виникнення великих витрат частина побутових, виробничих і дощових стічних вод скидається в найближчу водойму. Об'єм стічних вод, а отже і кількість забруднень залежить від витрати води в річці й здатності її до самоочищення. Чим більше витрата води в річці, тим більша кількість стічних вод може бути в неї скинута. Об'єм скидання стічних вод через окремі ливнеспуски залежить і від місця їх розташування.

Недоліком цієї системи є те, що треба будувати канали великої площі перетину, щоб пройшов великий об'єм дощової води. Іншим недоліком є епізодичне скидання у водоймище деякої частини побутових і виробничих стічних вод без очищення, можливе тільки при наявності поряд з обслуговуваними об'єктами річок з великими витратами води. Протяжність загальносплавної мережі менше мереж повної роздільної системи.

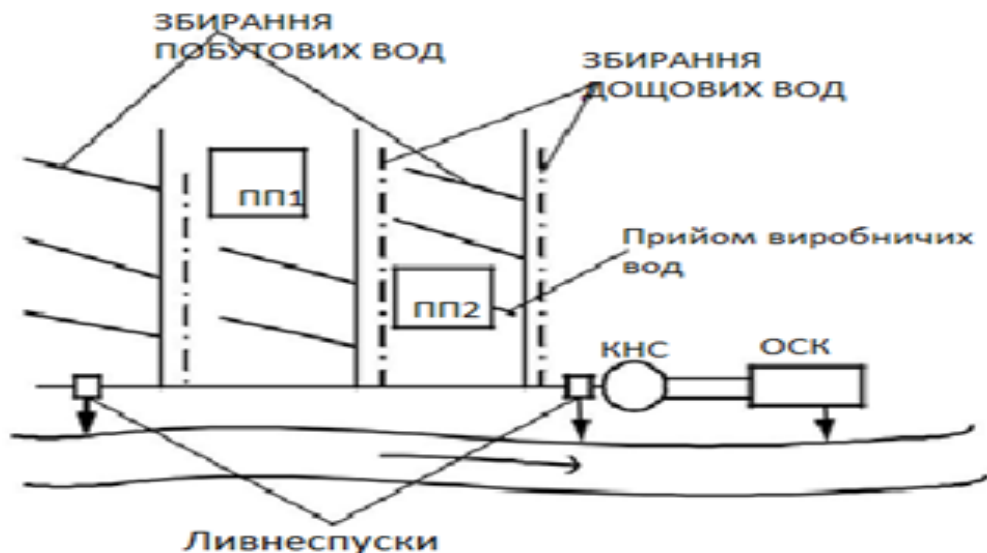


Рис.7.6. Загальносплавна система відведення

Повна роздільна система складається з двох або більшого числа самостійних підземних мереж, кожна з яких призначена для відведення стічних вод певного виду (рис. 7.7.). Для очищення виробничих стічних вод передбачаються спеціальні очисні споруди, після яких частково очищені води можуть прямувати для доочистки на міські очисні споруди (ОСК) або (при достатньому ступені очищення) скидатися у водоймище. Можливо повторне використання очищених стічних вод у технологічному процесі підприємств.

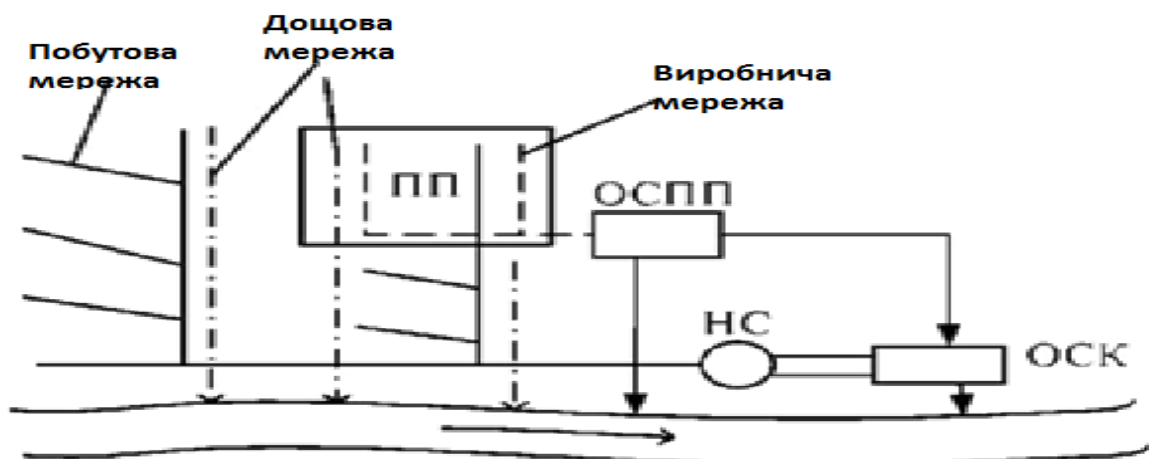


Рис. 7.7. Повна роздільна система каналізації:

О.С. та ОСК – очисні споруди; ПП – промислове підприємство; ОСПП – очисні споруди промислового підприємства; НС – насосна станція

Основним недоліком повної роздільної системи водовідведення є проблема очищення поверхневого стоку для дотримання вимог з охорони водоймищ від забруднень. Це завдання може бути вирішене двома шляхами:

- 1) створенням локальних очисних споруд поверхневого стоку на дощовій мережі перед випусками (рис. 7.8. а);

- 2) створенням централізованих очисних споруд поверхневого стоку за межами обслуговуваного об'єкта і перекиданням на них дощових вод по головному колектору дощової мережі (рис. 7.8. б).
- 3) розділення і відведення на очисні споруди частини найбільш забруднених вод забезпечується розділовими камерами. На очищення відводяться найбільш забруднені води, що стікають в початковий період дощу, коли з поверхні басейну змивається основна маса забруднень, і донні потоки води, також найбільш насичені забрудненнями. При великих витратах води в дощовій мережі (в період сильних злив) менш забруднені дощові води відводяться у водоймище без очищення.

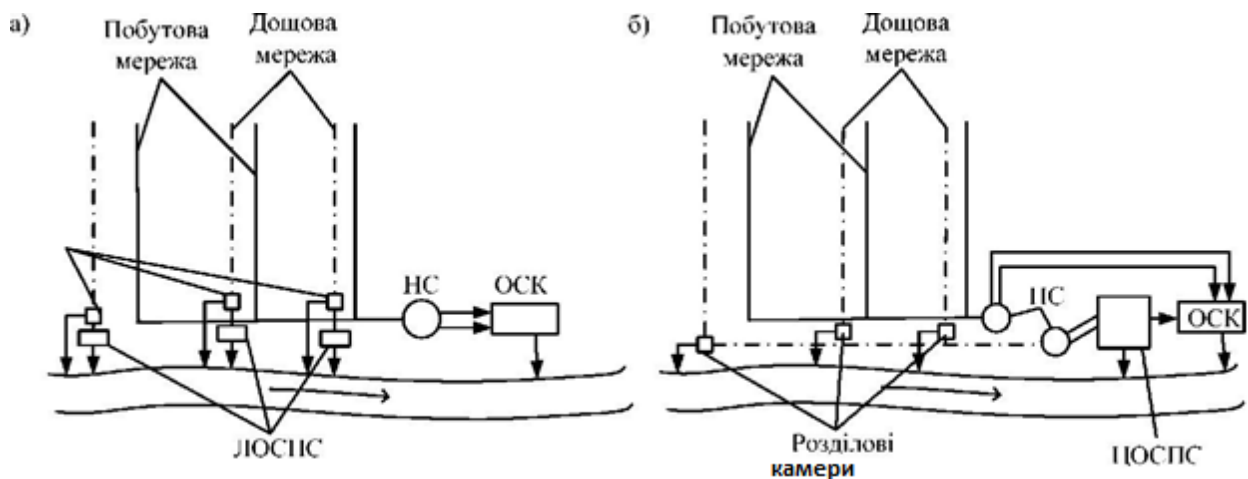


Рис. 7. 8. а; 7.8. б – Очистка поверхневого стоку при повній роздільній системі каналізації: ЛОСПС – локальні очисні споруди поверхневого стоку; ЦОСПС – централізовані очисні споруди поверхневого стоку

Неповна роздільна система має одну водовідвідну мережу, по якій відводяться побутові й виробничі стічні води; атмосферні води відводяться у водоймище відкритими каналами, лотками, кюветами або канавами. Влаштування неповної роздільної системи можливе тільки для невеликих об'єктів, вона є проміжним етапом будівництва повної роздільної системи.

Напівроздільна система складається з двох мереж: одна для відведення побутових стічних і виробничих вод, інша для відведення атмосферних вод, але головні відвідні колектори влаштовують спільними. При цьому дощова мережа з'єднується із спільним відвідним колектором через спеціальні розділові камери, в яких стік від дощів помірної інтенсивності прямує в спільний відвідний колектор, а при сильних дощах частина дощового стоку скидається в найближче водоймище без очищення.

Комбінованою системою водовідведення називають таку систему, при якій обслуговуваний об'єкт в одній частині обладнаний загальносплавною системою, а

в іншій – повною роздільною. Комбіновані системи звичайно складаються історично в міру зростання того або іншого населеного пункту.

3. Споруди на каналізаційній мережі

Колодязі за своїм призначенням можуть бути оглядовими, сполучними, поворотними, перепадними і промивними. Їх встановлюють: у місцях зміни діаметрів, ухилів, напряду, приєднання притоків, при влаштуванні перепадів. Між колодязями каналізаційні лінії слід прокладати прямолінійними.

Камери споруджують на всіх системах каналізації в місцях з'єднання декількох каналізаційних ліній великих діаметрів в один колектор. Камери із збірною залізобетону можуть бути круглими й прямокутними.

Труби і колектори. Матеріал труб вибирають з урахуванням призначення колекторів, складу і властивостей стічних вод і місцевих умов (чавунні, сталеві, залізобетонні, азбестоцементні, пластикові труби).

Канали і колектори великих перетинів споруджують із залізобетонних блоків заводського виготовлення, цегли підвищеної якості і міцності.

Система заходів при експлуатації каналізаційної мережі:

- профілактична (попереджувальна) промивка і прочищення мережі від осадів;
- усунення випадкових засмічень труб і каналів;
- своєчасний поточний і капітальний ремонт мережі й ліквідація аварій;
- нагляд за виконанням робіт і прийом в експлуатацію знов укладених вуличних і дворових мереж;
- оберігання підвальних приміщень від затоплення;
- контроль за дотриманням правил техніки безпеки.

Для видалення газів з каналізаційної мережі установлюють припливно-витяжну вентиляцію.

4. Умови прийому стічних вод у каналізаційну мережу міста

Прийом стічних вод у каналізацію проводять з дотриманням ряду вимог, які встановлюють «Правила випуску води і прийому стічних вод підприємствами комунального водопостачання і водовідведення».

Ці вимоги враховують:

- особливості влаштування водовідвідних споруд;
- особливості роботи водовідвідних мереж;
- застосовувані методи очищення стічних вод;
- можливість подальшого використання очищених стічних вод та осадів, що утворюються під час очищення вод.

Виробничі стічні води в суспільну і побутову каналізацію приймають тільки в тих випадках, коли це не порушує роботи мережі і очисних споруд міської каналізації.

Виробничі стічні води, що скидаються в міську каналізаційну мережу і піддаються очищенню спільно з побутовими, не повинні містити:

- речовин, які здатні засмічувати труби каналізаційних мереж або відкладатися на їх стінках;
- більше 500 мг/л завислих домішок і спливаючих речовин мінерального і органічного походження, які можуть засмітити мережу;
- великої кількості кислот і лугів, що мають корозуючу дію на матеріал труб і споруди міської каналізації (найчастіше це бетон і залізобетон);
- нафти, бензину, бензолу, газоліну, керосину, пари яких вибухонебезпечні;
- шкідливих речовин в концентраціях, що перешкоджають біологічному очищенню стічних вод або заважають скиданню їх у водойми;
- токсичних й радіоактивних речовини, збудників інфекційних захворювань і речовин, для яких не встановлені ГДК;
- температура стічних вод не повинна перевищувати 40° С;
- рН суміші стічних вод має бути в межах 6,5-9.

Стічні води, що не задовольняють вказаним вимогам, повинні бути підготовлені до скидання в міську каналізацію. Для цього їх піддають попередньому локальному очищенню на очисних установках у цехах або на заводських очисних спорудах.

5. Умови скидання очищених стічних вод у водні об'єкти

Скидання стічних вод у водойми є одним з видів водокористування і здійснюється відповідно до дозволу, який видають місцеві органи екологічної безпеки (районні й міські управління екології Мінекології України).

Умови скидання стічних вод у водні об'єкти регламентуються нормативними актами й правилами, а саме Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» і «Правилами санітарної охорони прибережних районів морів». Правила містять загальні вимоги до складу й властивостей води (після скидання в неї стічних вод) у водних об'єктах. Всі ці вимоги повинні виконуватись при проектуванні скидання стічних вод у водойми. Після скидання стічних вод допускається деяке погіршення якості води у водоймах, але це не може впливати на їх життєдіяльність і можливість подальшого використання водойм як джерела водопостачання, риборозведення, відпочинку.

Відведення стічних вод у водойми регламентується нормами гранично-допустимого скидання (ГДС) забруднюючих речовин.

Нормативи якості води водойм господарсько-питного і комунально-побутового водокористування мають задовольняти певні вимоги:

- у воді водойм (після змішування зі стічною водою), у пробі відібраній до 12 год. дня, кількість розчиненого кисню має бути не менше 4 мг/дм³ у будь-який період року, а повне БСК при 20° С має бути близько 3 мг О₂/дм³.
- вміст завислих речовин після скидання стічних вод не може збільшуватися більш ніж на 0,25 мг/дм³, вода – не має мати запахів і присмаків інтенсивністю понад 2 бали;
- не змінювати забарвлення у стовпчику води заввишки 20 см; рН води - 6,5-8,5;
- не містити отруйних речовин у концентраціях, які б могли прямо чи опосередковано вплинути на здоров'я населення;
- не містити мінеральних масел та інших речовини у кількостях, здатних утворювати на поверхні водойми плівки, плями й скупчення, а також збудники хвороб.

Способи знезараження біологічно очищених стічних вод мають забезпечувати колі-індекс не більше ніж 1000 за вмісту залишкового хлору не менше ніж 1,5 мг/дм³. Мінеральний склад води не повинен перевищувати згідно з нормами щільного залишку 1000 мг/дм³, у тому числі хлоридів 350, сульфатів 500 мг/дм³. Температура води у водоймі після скидання стічних вод не повинна підвищуватися влітку більше ніж на 3° С порівняно із середньомісячною температурою води найспекотнішого місяця за останні 10 років.

Питання для самоконтролю

1. Що називається водовідвідною системою або каналізацією?
2. З яких елементів складається система каналізації?
3. Як поділяють зовнішню каналізаційну мережу?
4. Колектори каналізаційної мережі, їх.
5. Призначення споруд для очищення стічних вод і обробки осаду.
6. Види каналізації, їх призначення.
7. Шляхи вирішення очищення поверхневого стоку для дотримання вимог з охорони водоймищ від забруднень при повній роздільній системі водовідведення.
8. Характеристика напівроздільної системи водовідведення.
9. Споруди на каналізаційній мережі, їх характеристика.
10. Система заходів при експлуатації каналізаційної мережі.
11. Які вимоги враховують при прийомі стічних вод у каналізацію?
12. Яких речовин не повинні містити виробничі стічні води, що скидаються в міську каналізаційну мережу і піддаються очищенню спільно з побутовими?
13. Якими нормативними актами й правилами регламентуються умови скидання стічних вод у водні об'єкти?
14. Які вимоги мають задовольняти нормативи якості води водойм господарсько-питного і комунально-побутового водокористування?

ТЕМА 8. СТИЧНІ ВОДИ ТА МЕТОДИ ЇХ ОЧИСТКИ

1. Методи і технологічні схеми очищення стічних вод.
2. Споруди механічного очищення стічних вод.
3. Біохімічне очищення стічних вод.
4. Знезараження біологічно очищених стічних вод.
5. Державний санітарний нагляд за санітарною охороною водойм і очищенням стічних вод.

1. Методи і технологічні схеми очищення стічних вод

Зрослі вимоги до охорони навколишнього середовища і значне відставання водопровідно-каналізаційного господарства в рішенні задач ефективного очищення стічних вод та зневоднювання осадів спонукає приділяти підвищену увагу до цієї проблеми.

Реалізація традиційних технологій очищення стічних вод найчастіше не дозволяє задовольнити сучасними нормами якість очищення. Ця обставина висунула в ряд актуальних задач розробки нових технологій очищення стічних вод залежно від мети їх використання. Вдосконалення існуючих та розробка нових методів очищення стічних вод постійно ведеться.

В теперішній час застосовують *механічні, фізичні, хімічні, біологічні, фізико-хімічні та фізико-механічні* методи очищення стічних вод, що дозволяють видалити з них певні види забруднень (додаток Д).

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

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

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

Споруди для очищення стічних вод розташовують таким чином, щоб вода проходила їх послідовно - одне за одним. У спорудах для механічного очищення спочатку затримують найбільш важкі й крупні суспензії, а потім виділяють основну масу нерозчинених забруднень. У подальших спорудах для біохімічного очищення видаляють тонкі суспензії, що залишилися, колоїдні й розчинені забруднення, після чого проводять знезараження стічних вод.

За схемою на рис. 8.1. стічна вода проходить механічну очистку в такій послідовності: крупні забруднення (тканини, папір, кістки, залишки овочів, фруктів тощо) затримуються ґратами; мінеральні важкі домішки (переважно пісок) затримуються піскоуловлювачами; нерозчинені органічні домішки затримуються відстійниками. Далі стічну воду знезаражують (найчастіше хлоруванням) і випускають у водоймище.

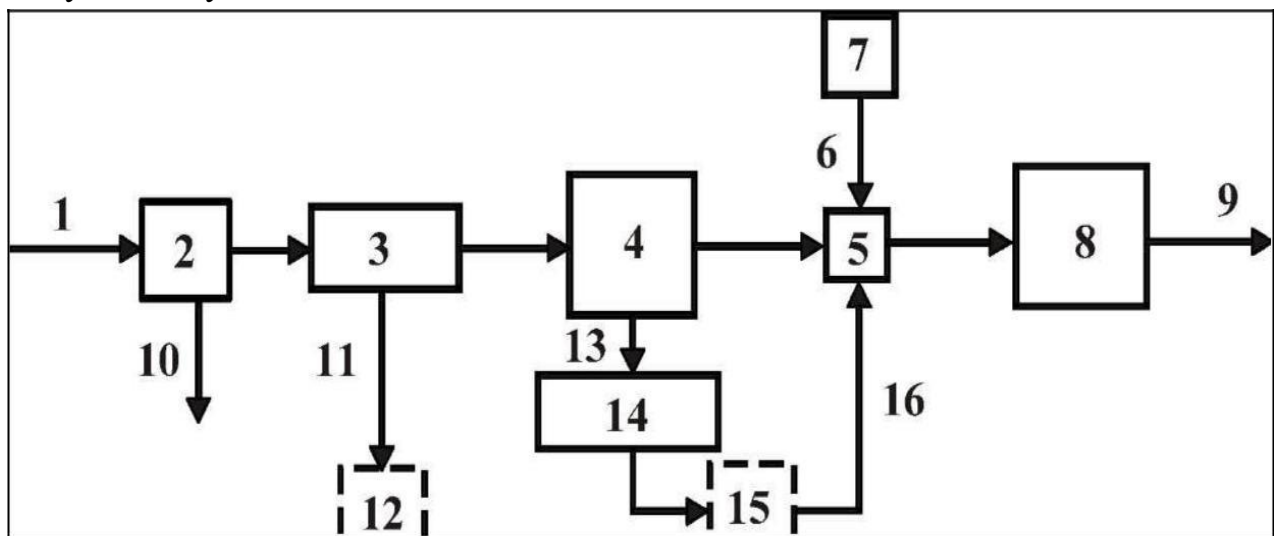


Рис. 8.1. Технологічна схема механічного очищення стічних вод:

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

Обробку утвореного осаду здійснюють таким чином:

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

При невеликих витратах стічних вод і необхідності їх біологічного очищення може бути застосовувана схема на рис. 8.2. За цією схемою механічне очищення відбувається на ґратах, в пісковловлювачах і в двоярусних відстійниках. У двоярусних відстійниках (або освітлювачах-перегнивачах) одночасно з освітленням стічних вод відбувається стабілізаційна обробка затриманого органічного осаду.

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

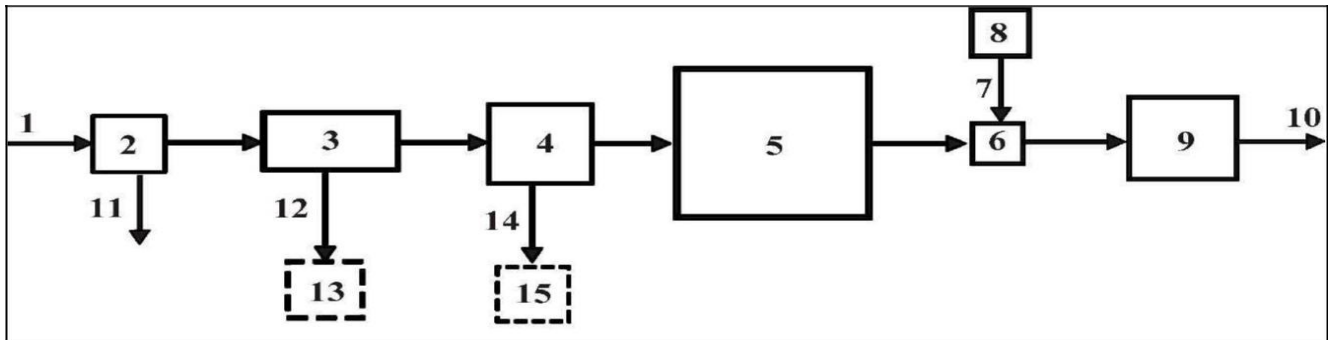


Рис. 8.2. Технологічна схема біологічного очищення стічних вод у природних умовах: 1 – подача стічної рідини; 2 – ґрати; 3 – пісковловлювач; 4 – двоярусний відстійник; 5 – поля фільтрації або біоставки; 6 – змішувач; 7 – хлорна вода; 8 – хлораторна; 9 – контактний резервуар; 10 – спуск очищеної води у водоймище; 11 – крупні відходи; 12 – піщана пульпа; 13 – піскові майданчики; 14 – осад, затриманий і оброблений (стабілізований) у двоярусних відстійниках; 15 – мулові майданчики

При великих кількостях стічних вод застосовується схема з біологічним очищенням стічних вод в аеротенках (рис. 8.3.). Ця схема включає механічне очищення води послідовно на ґратах, в пісковловлювачах і первинних

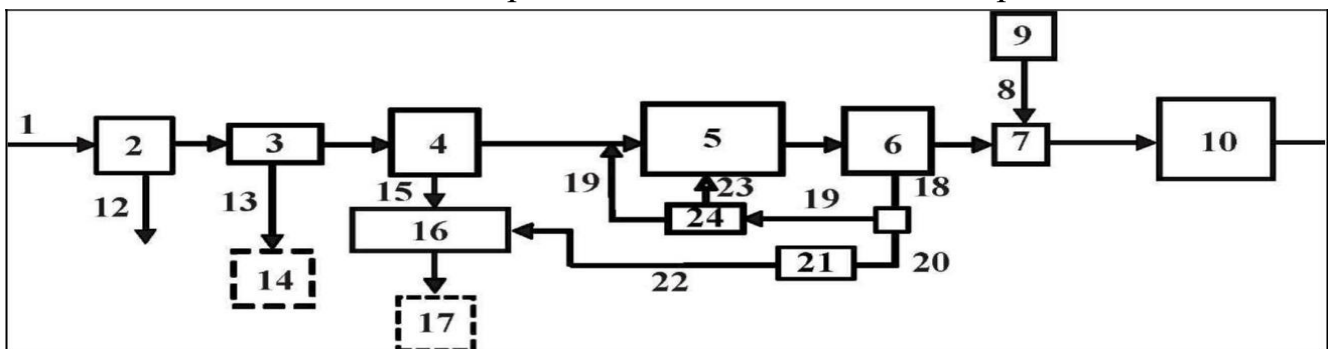


Рис. 8.3. Технологічна схема біологічного очищення стічних вод із застосуванням аеротенків: 1 – очищувані стічні води; 2 – ґрати; 3 – пісковловлювач; 4 – первинний відстійник; 5 – аеротенк; 6 – вторинний відстійник; 7 – змішувач; 8 – хлорна вода; 9 – хлораторна; 10 – контактний резервуар; 11 – випуск очищеної стічної води у водоймище; 12 – крупні відходи; 13 – піщана пульпа; 14 – піскові майданчики; 15 – сирий осад; 16 – метантенк; 17 – мулові майданчики; 18 – активний мул; 19 – циркулюючий активний мул; 20 – надлишковий активний мул; 21 – мулозгущувач; 22 – ущільнений надлишковий активний мул; 23 – стиснуте повітря; 24 – насосно-повітрорудна станція

відстійниках і біологічне очищення в аеротенках за допомогою мікроорганізмів активного мулу. Відстійники механічного очищення води називають первинними, а ті, що розташовані після аеротенків й призначені для відокремлення активного мулу, - вторинними. Після цього воду знезаражують і скидають у водоймище. Крім того, за цією схемою передбачені споруди для обробки осаду (рис.8.4).

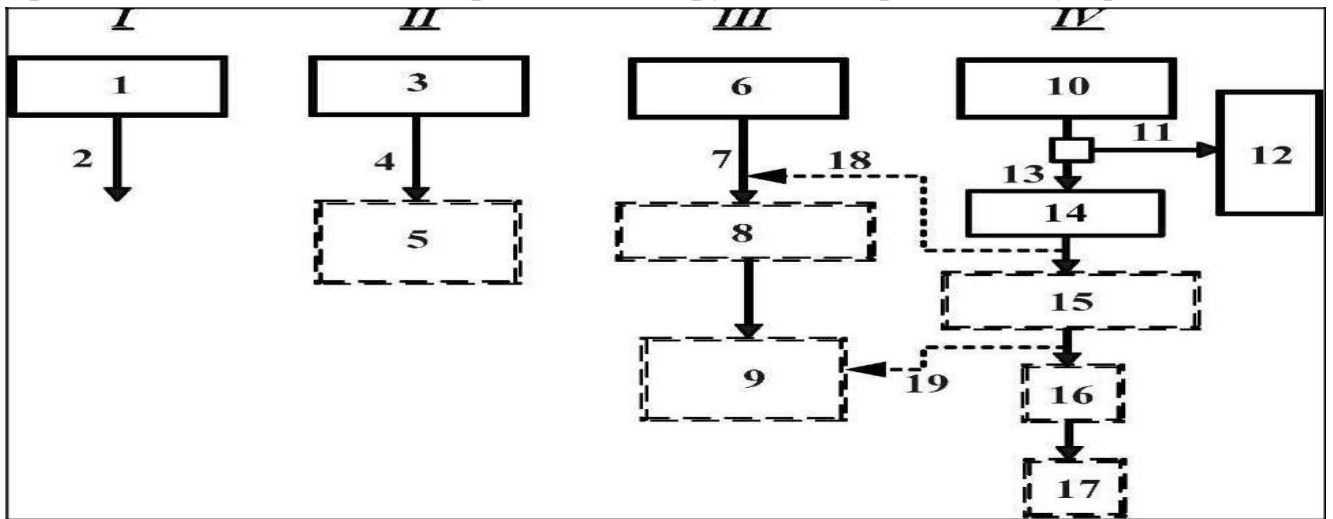


Рис. 8.4. Принципова схема обробки осадів, що утворюються при очищенні стічних вод:

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

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

II – Важкі мінеральні забруднення (переважно пісок), затримані в пісковловлювачах, направляють для підсушування на піщані майданчиками, де відбувається видалення рідини з осаду за рахунок випаровування, збору відстоюваної води і просочування води в ґрунт з подальшим її збиранням (дренажна вода).

III – Органічний осад первинних відстійників («сирий» осад) містить багато рідини, внаслідок вмісту великої кількості органічних речовин він легко загниває з утворенням неприємних запахів, надзвичайно небезпечний у санітарно-гігієнічному відношенні, погано зневоднюється, має великі об'єми. З метою запобігання гниття осаду його стабілізують (або мінералізують, тобто окислюють органічні речовини і руйнують їх) у спеціальних спорудах. Це може бути зброджування без кисню (в анаеробних умовах) у метантенках або стабілізація у присутності кисню (в аеробних умовах) в аеробних стабілізаторах. Обидва процеси здійснюються за участі відповідних мікроорганізмів. Потім осад зневоднюють на

мулових майданчиках (у природних умовах) або механічним способом за допомогою спеціальних пристроїв (вакуум-фільтри, центрифуги, фільтр-преси).

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

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

2. Споруди механічного очищення стічних вод

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

Технологічні схеми механічного очищення стічних вод залежно від продуктивності:

- при витраті до 300 м³/доб. - двоярусні відстійники, хлораторна установка, мулові майданчики;
- при витраті до 12 тис. м³/доб. - грати, пісковловлювачі, двоярусні відстійники, хлораторна установка, контактні резервуари, мулові майданчики;
- при витраті від 100 тис. м³/доб. - грати, пісковловлювачі, горизонтальні відстійники (при витраті до 36 тис. м³/доб. – вертикальні відстійники, біокоагулятори; при витраті більше 50 тис. м³/доб. – радіальні відстійники), хлораторна установка, контактні резервуари, метантенки, мулові майданчики.

Решітки (рис. 8.5.) призначені для вилучення із стічних вод крупних відходів: паперу, ганчірок, гілля, каміння, залишків овочів та фруктів тощо. Це вертикально або похило (60-70° до горизонту) поставлені на шляху руху стічних вод стрижні з прозорами (відстань між двома сусідніми стрижнями) різної величини залежно від необхідного ступеня очищення. Стрижні ґрат прямокутного, рідше круглого перетину. Частіше застосовують нерухомі ґрати, остов яких наглухо закріплений в нерухомій рамі. За способом видалення затриманих домішок розрізняють ґрати з очищенням ручним і механізованим способами.

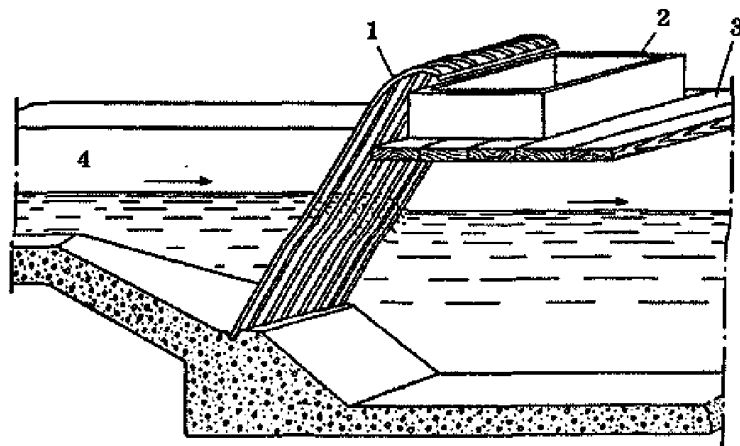


Рис. 8.5. Схема влаштування решіток:

1-решітки; 2-контейнер для твердих відходів; 3-підлога; 4-канал припливу стічних вод

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

Забруднення з поверхонь води вловлюють жиро-, масло- і нафтовловлювачами.

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

За призначенням виділяють первинні й вторинні відстійники.

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

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

3. Біохімічне очищення стічних вод

Біологічне очищення стічних вод здійснюють для видалення розчинених і колоїдних органічних речовин у процесі їх окислення або відновлення за

допомогою мікроорганізмів, здатних в ході своєї життєдіяльності здійснювати їх мінералізацію.

Методи і споруди для біологічного очищення стічних вод діляться на дві групи (табл. 14). До першої групи належать методи біологічного очищення, що відтворюють процеси самоочищення в ґрунті. Очисні споруди ділять, в свою чергу, також на дві групи. До першої групи віднесено споруди, в яких біологічне очищення протікає в природному шарі ґрунту. Це — великі і малі поля зрошення,

Таблиця 14

Класифікація методів і споруд для біологічної (вторинної) очищення стічних вод

Методи і споруди			
Для моделювання процесів самоочищення в ґрунті		Для моделювання процесів самоочищення у поверхневих водоймах	
Природні	Штучні	Природні	Штучні
Поля зрошення, фільтрації, майданчики підземної фільтрації, фільтруючі колодязі, траншеї	Біологічні, піщано-гравійні фільтри, траншеї зі штучним фільтрувальним шаром	Природні водойми	Аеротенки; біологічні ставки; малогабаритні установки на повне окислення і їх прототипи (ЦОК; АРТ); (УКО-25; УКО-100; КУ-12; КУ-200; Біо-25; біо-100); аеротенки-освітлювачі колонного типу; симбіотенки і т. п.

поля фільтрації, майданчики підземної фільтрації, фільтруючі колодязі, фільтруючі траншеї з природним фільтруючим шаром ґрунту. Другу групу складають споруди, в яких біологічне очищення протікає в штучно створеному шарі завантаження, який моделює ґрунт (різні біологічні, піщано-гравійні фільтри, траншеї зі штучним фільтруючим шаром). Другу групу складають методи і споруди, що відтворюють процеси самоочищення у водоймах, а саме:

біологічні ставки, аеротенки, малогабаритні установки на повне окислення-УКО-25; УКО-100; Біо-25; біо-100; КУ-12; КУ-200 і їх прототипи-ЦОК; АРТ; аеротенки-освітлювачі колонного і коридорного типів, симбіотенки та ін.

Останнім часом для очищення стічних вод малих населених пунктів і окремо розташованих об'єктів значного поширення набули споруди для анаеробно-аеробного очищення стічних вод.

Споруди біологічного очищення у природних умовах підрозділяють на фільтраційні (поля зрошення (рис. 8.6.) і поля фільтрації (рис. 8.7.)) і об'ємні (біологічні ставки і окислювальні канали). У спорудах першого типу стічна вода фільтрується через ґрунт, що містить аеробні бактерії, одержуючи кисень з повітря, у других - стічна вода протікає через водоймище, яке заселене аеробними мікроорганізмами і куди кисень надходить за рахунок реаерації або механічної

аерації.

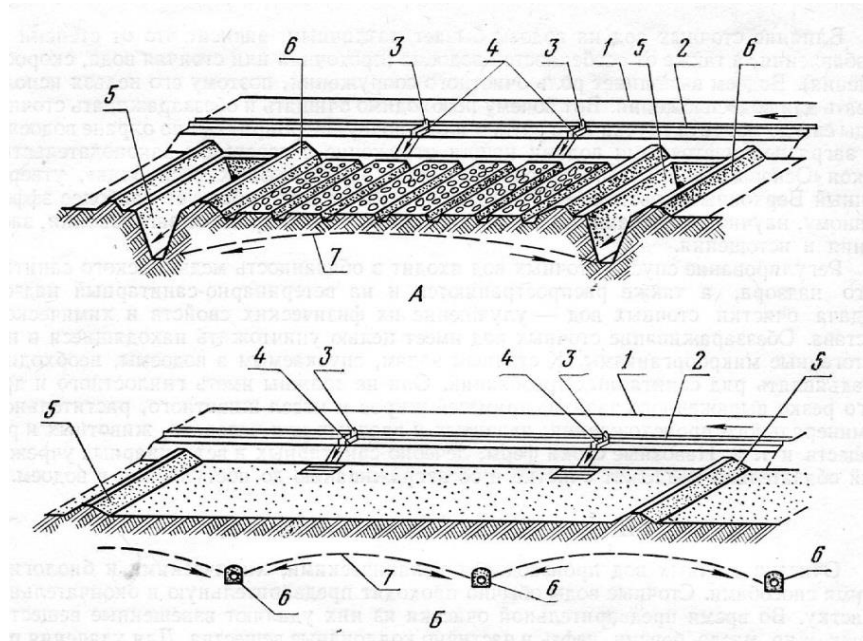


Рис. 8.6. Розріз поля зрошення:

- А – з відкритим дренажем: 1 – ділянка дороги; 2 – канал для підведення стічних вод; 3 – шибер для регулювання напливу на карту; 4 – картовий зрошувач; 5 – відкриті дренажні канали; 6 – огороджуючі валики на полях; 7 – лінія депресії інфільтрованої води;
- Б – з закритим трубчастим дренажем: 1 – ділянка дороги; 2 – канал для підведення стічних вод; 3 – шибер для регулювання напливу на карту; 4 – картовий зрошувач; 5 – огороджуючі валики на полях; 6 – дренажні труби, обсіпані щебенем; 7 – лінія депресії інфільтрованої води;

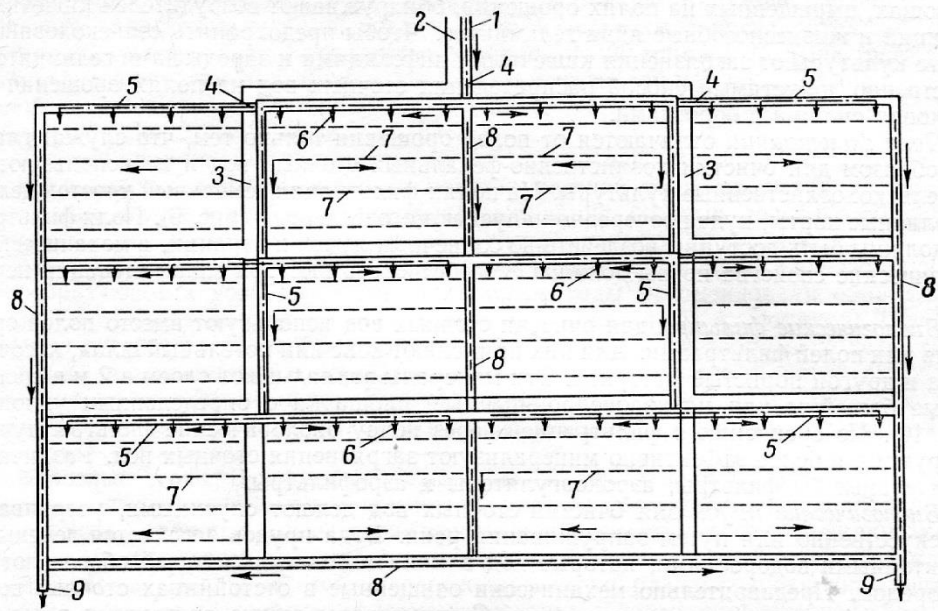


Рис. 8.7. План полів фільтрації:

- 1 – трубопровід, що подає стічні води; 2 – під'їзна дорога на поля фільтрації; 3 – ділянка дороги на полях фільтрації; 4 – дерев'яні містки через канали; 5 – канали для розподілення стічної води на картах полів фільтрації; 6 – картові зрошувачі; 7 – трубчастий закритий дренаж; 8 – відкриті збірні дренажні канали; 9 – спускання дренажної води в балку чи водойму.

У штучних умовах застосовують біо- і аерофільтри, аеротенки, компактні установки з механічним аеруванням. Очищення стічних вод в цих спорудах

здійснюється ефективніше, оскільки в них штучним шляхом забезпечують сприятливіші умови для життєдіяльності мікроорганізмів (в основному за рахунок більшого надходження кисню повітря).

Біологічні ставки – штучно створені неглибокі водойми, у яких очищення стічних вод проводиться природним шляхом за участі рослинних і тваринних організмів, що населяють ставок. Звичайно встановлюють каскад, що з'єднує між собою три-п'ять ставків. У штучних умовах біологічне очищення стічних вод здійснюється у біофільтрах і аеротенках.

Суть процесу біологічного очищення стічних вод полягає в тому, що при фільтрації через ґрунт або зернисте завантаження органічні забруднення стічних вод затримуються на ній, утворюючи біологічну плівку, заселену великою кількістю мікроорганізмів. Плівка адсорбує колоїдні і розчинені речовини, дрібну суспензію, вони за допомогою аеробних бактерій у присутності кисню повітря переводяться в мінеральні сполуки. Атмосферне повітря добре проникає у ґрунт на глибину 0,2-0,3 м, де й відбувається найбільш інтенсивне біохімічне окислення.

Біологічними фільтрами називають водоочисні споруди, де відбувається біохімічне очищення стічних вод при їх фільтруванні через зернисте завантаження, поверхня зерен якої обростає біологічною плівкою, заселеною аеробними бактеріями і нижчими організмами, які здійснюють окислення адсорбованих органічних забруднень стічних вод (рис. 8.8.).

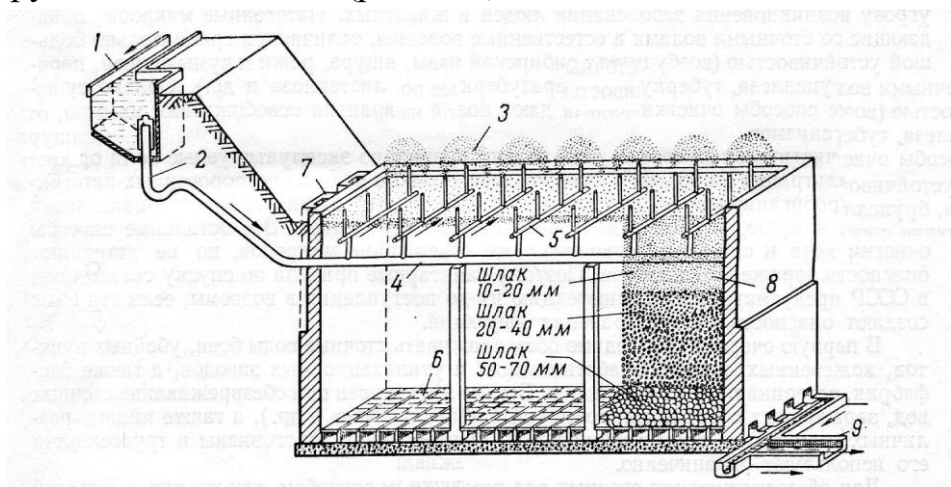


Рис. 8.8. Біологічний фільтр:

1 – дозуючий бак; 2 – сифон системи Міллера; 3 – спіральна насадка для розбризкування;
4 – магістральна труба; 5 – розподільвальні труби; 6 – дренаж з плиток; 7 – канали для входу повітря в дренаж; 8 – загрузла фільтру з шлаку; 9 – канал для відводу очищеної води

Біологічне очищення стічних вод відбувається в *аеротенках* (додаток Є) за рахунок життєдіяльності аеробних мікроорганізмів, які створюють скупчення - *активний мул*. Частина органічної речовини в аеротенку окислюється, а інша забезпечує приріст бактерійної маси активного мулу.

Процес очищення відбувається в рухомому потоці при штучному введенні в нього активного мулу, а також кисню повітря як джерела життєдіяльності бактерій.

Після аеротенків очищена стічна вода відстоюється у *вторинному відстійнику* (додаток Є), де від неї відділяється активний мул (*циркуляційний*), що повертається назад в цикл очищення. У процесі окислення органічних речовин розмножуються аеробні мікроорганізми і кількість активного мулу зростає, тому частину мулу (*надлишковий*) направляють на мулові майданчики для зневоднення або на переробку в метантенки (заздалегідь треба зменшити вологість мулу в мулозгущувачах). На рис. 8.9. представлена схема повного біохімічного очищення стічних вод.

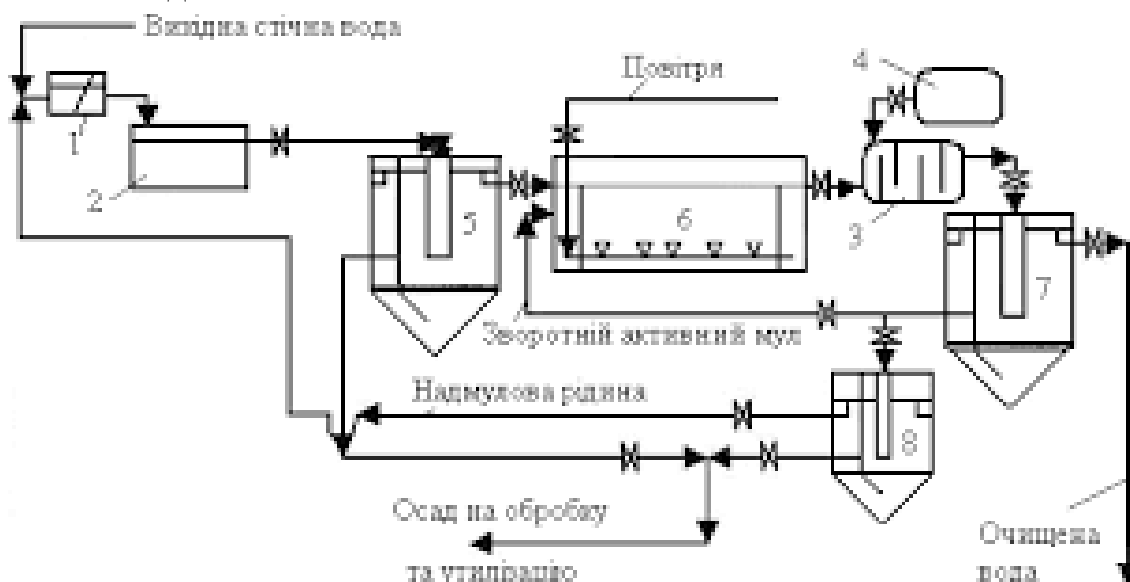


Рис. 8.9. Схема повного біохімічного очищення стічних вод:

- 1 — усереднювач; 2 — пісколовка; 3 — первинний відстійник; 4 — аеротенк;
 5 — вторинний відстійник; 6 — контактний резервуар; 7 — чан; 8 — насосна станція;
 9 — мулоуцільнювач; 10 — метантенк; 11 — муловий майданчик; 12 — котельня.

На міських очисних спорудах спостерігається тенденція до зниження якості очистки стічних вод. Основними причинами цього є старіння водоочисного обладнання на станціях в умовах несвоєчасного проведення ремонтних та відновлювальних робіт. Більшість очисних споруд застосовують біологічний метод очистки в аеротенках, але конструктивно-технологічне оформлення цих споруд відрізняється різноманітністю та недосконалістю.

Для очистки стічних вод від різноманітних розчинних і диспергованих речовин використовують процеси анодного окислення і катодного відновлення, електрокоагуляції, електрофлотації та електродіалізу. Всі ці процеси проходять при пропусканні через стічну воду постійного струму, що є основним недоліком. Електрохімічні методи дозволяють вилучити із стічних вод цінні продукти при відносно простій автоматизації без використання хімічних реактивів.

Крім вище вказаних методів залежно від складу стічної води використовують також інші методи очищення стічної води.

Основні напрями удосконалення технології і підвищення ефективності очищення стічних вод:

- реконструкція та заміна застарілого обладнання, а у разі необхідності — модернізація технології очищення та утилізації осадів;
- визначення дійсних навантажень на станцію, зміна та підбір на цій основі відповідного сучасного насосного обладнання;
- розробка і впровадження удосконалених методик підбору технологічного обладнання для станцій очищення стічних вод, зокрема, насосного і аераційного;
- впровадження нових методів і технологічних схем очищення або удосконалення вже існуючих з метою створення технології, яка б суттєво не залежала від коливання витрат і складу стічних вод;
- вивчення складу і властивостей ПАР (токсичних для мікроорганізмів активного мулу) та інших подібних речовин у стічних водах побутового та змішаного стоків, а також дослідження їх впливу на роботу споруд біологічного очищення. Перспективними у цьому напрямку представляються технології, які включають фізико-хімічні методи очищення (наприклад, обробка коагулянтами), а також комплексні методи фізико-хімічного і біологічного очищення;
- вивчення можливості підвищення ефективності біологічного очищення шляхом удосконалення технології аерації та обладнання для її реалізації в промислових умовах;
- використання новітніх біоконверсних технологій очищення промислових і побутових стічних вод, а також зливових і природних вод, які передбачають іммобілізацію гідробіоценозів в очисних спорудах на носіях, формуваннях просторової сукцесії та трофічного ланцюга гідробіонтів, що очищають воду;

4. Знезараження біологічно очищених стічних вод

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

Способи знезараження стічних вод:

- хлоруванням;
- ультрафіолетовими променями;
- електролізом;
- озонуванням;
- ультразвуком (гідрокавітаційне знезараження) тощо.

Характеристика та доцільність використання різних методів знезараження наведено в таблиці (Додаток Б)

5. Державний санітарний нагляд за санітарною охороною водойм і очищенням стічних вод

Державний санітарний нагляд за водовідведенням населених пунктів і санітарним станом водойм населених місць передбачає:

1. Виявлення та облік об'єктів, на яких утворюються стічні води, визначення їх обсягу, необхідної ефективності очищення, місця можливого випуску у водойми або способу утилізації.
2. Складання та своєчасне доповнення санітарного паспорта очисних споруд централізованої каналізації та місцевих очисних споруд малої каналізації в сільських населених пунктах, на окремо розташованих об'єктах за даними поглибленого санітарного обстеження, а надалі — планового поточного санітарного нагляду.
3. Періодичне санітарне обстеження діючих каналізаційних споруд; оцінка ефективності очистки і знезараження стічних вод за даними лабораторного дослідження.
4. Контроль виконання плану виробничо-лабораторного контролю на всіх етапах очищення і знезараження стічних вод; за дотриманням протиепідемічного режиму на очисній станції.
5. Систематичний контроль санітарного стану водойм та відповідності якості води в поверхневих водоймах, куди скидаються стічні води, вимогам «Правил».
6. Санітарно-просвітницька робота з питань санітарної охорони поверхневих водойм.

Нормативні документи, якими керуються здійснюючи попереджувальний і поточний санітарний нагляд за водовідведенням населених місць та санітарною охороною водойм:

1. Конституцією України, прийнятої на п'ятій сесії Верховної Ради України 28.06.1996 р.
2. Основами законодавства України Про охорону здоров'я, затвердженими Постановою Верховної Ради України № 2801-ХІІ від 19.11.1992 р.
3. Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», затвердженим Постановою Верховної Ради України № 4004-ХН від 24.02.1994 р.
4. Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», затвердженим Постановою Верховної Ради України від 25.06.1991 р.
5. Законом України «Про питну воду та питне водопостачання», затвердженим Постановою Верховної Ради України № 2918-ІІІ від 01.01.2002 р.
6. СНиП 2.04.03-85 «Каналізація, зовнішні мережі та споруди».
7. СНиП 2.04.01-85 «Внутрішній водопровід і каналізація будівель».
8. Правилами охорони поверхневих вод від забруднень зворотними водами, затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України № 465 від 1999 р.

9. Санітарними правилами і нормами охорони поверхневих вод від забруднення (СанПіН 4630-88).

10.ДСТУ 2569-94 «Водопостачання та каналізація. Терміни та визначення».

11.ДСТУ 3041-95 «Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища і раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання і охорона води. Терміни та визначення».

12.«Положенням про порядок проектування та експлуатації зон санітарної охорони джерел водопостачання та водопроводів господарсько-питного призначення», затверджених МОЗ СРСР № 2640-82 18.12.1982 р.

13.Постановою Кабінету Міністрів України № 2024 від 18.12.1998 р. про «Правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів».

Є й інші державні стандарти, санітарні правила і норми, інструктивно-методичні документи, затверджені Міністерством охорони здоров'я України.

Попереджувальний санітарний нагляд в області санітарної охорони поверхневих водойм передбачає:

- а) участь лікаря-профілактика у виборі та відведенні земельної ділянки під будівництво споруд для очищення стічних вод, а також у виборі способу очищення і місця відведення стічних вод у водойму;
- б) визначення (розрахунок) всіх проєктованих скидів господарсько-побутових, промислових і дощових стічних вод у водойми, виходячи із загальних вимог до якості та властивостей води водойм в пунктах питного та культурно-побутового водокористування;
- в) проведення санітарної експертизи проєктів будівництва, реконструкції і розширення каналізації населених місць, промислових підприємств, інших об'єктів, стічні води яких можуть бути джерелом забруднення водойм;
- в) здійснення санітарного нагляду в процесі будівництва каналізації та очисних споруд;
- г) участь у прийманні в експлуатацію завершених будівництвом очисних каналізаційних станцій або окремих споруд, їх випробування в пусковий період експлуатації.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть методи очищення стічних вод.
2. Які місцеві умови впливають на вибір типів водоочисних споруд?
3. В якій послідовності розташовують споруди для очищення стічних вод?
4. За якою схемою стічна вода проходить механічну очистку?
5. Яким чином здійснюють обробку утворюваного осаду?

6. Технологічна схема біологічного очищення стічних вод у природних умовах.
7. Технологічна схема біологічного очищення стічних вод із застосуванням аеротенків.
8. Принципова схема обробки осадів, що утворюються при очищенні стічних вод.
9. Принцип механічного очищення стічних вод, способи проведення.
10. Будова і призначення ґрат і пісковловлювачів.
11. Будова і призначення первинних і вторинних відстійників.
12. Принцип процесу біологічного очищення стічних вод.
13. Як поділяють споруди біологічного очищення стічних вод у природних умовах?
14. В яких спорудах здійснюють біологічне очищення стічних вод у штучних умовах?
15. Будова і принцип біологічного очищення стічних вод у біологічних фільтрах.
16. Суть біологічного очищення стічних вод в аеротенках.
17. Які процеси використовують для очистки стічних вод від різноманітних розчинних і диспергованих речовин?
18. Мета і способи знезараження стічних вод.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Василенко О. А., Терновцев В. О., Василенко Л. О. Сучасні технології очищення стічних вод. К. : ДІПК Мінекобезпеки України, 1998. 62 с.

2. Водний кодекс України / *Голос України*. 20.07.95. № 133.
3. Волошин М. Д., Щербак О. Л., Черненко Я. М., Корнієнко І. М. Удосконалення технології біологічної очистки стічних вод. Дніпродзержинськ : Дніпродзержинський державний технічний університет, 2009. 230 с.
4. Воронов Ю. В., Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сточных вод. М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. 704 с.
5. Гончарук Е. И., Бардов В. Г., Гаркавий С. И, Яворовский А. П. и др. Комунальна гігієна / под ред. Е. И. Гончарука. К. : Здоров'я, 2006. С. 45-352.
6. Гончарук О. В., Маниліч М. І., Волощук К. О. Основи екології : навч. посіб. Чернівці : Видавництво «Книги ХХІ», 2008. 128 с.
7. Даценко І. І. Гігієна та екологія людини. Львів : Афіша, 2000. 246 с.
8. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171:10).
9. ДСанПіН № 136/1940: 97. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання. К. : МОЗ, 1997. 16 с.
10. ДСТУ 2569:94. Водопостачання і каналізація. Терміни та визначення. [Чинний з 01.07.1995]. 33 с.
11. ДСТУ 2569:94. Водопостачання і каналізація. Терміни та визначення.
12. ДСТУ 3041:95. Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання і охорона води. Терміни і визначення.
13. ДСТУ 3041:95. Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання і охорона води. Терміни і визначення.
14. ДСТУ 3928:99. Охорона природи. Гідросфера. Токсикологія води. Терміни і визначення
15. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. [Чинний з 01.01.2012]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 40 с.
16. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.
17. ДСТУ: 2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.
18. Екологічні основи природокористування : навч. посіб. Львів : «Новий

- світ» 2000», 2003. 248 с.
19. Закон України «Про загальнодержавну програму «Питна вода України на 2006-2020 роки» від 03.03.2005 № 2453- IV.
 20. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10 січня 2002 р. № 82918-111.
 21. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води. К. : Вища школа, 2005. 671 с.
 22. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. 622 с.
 23. Кравченко В. С. Водопостачання та каналізація. К. : Кондор, 2003. 288 с.
 24. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2015 році [Електронний ресурс] : [сайт] // Мінрегіон. Режим доступу : <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/10/Natsionalna-dopovid-za-2015.pdf> (дата звернення 11.05.2017).
 25. Перелік нормативно-правових актів України в галузі водопостачання та водовідведення [Електронний ресурс] : [сайт] / МАМА-86. Електрон. дан. К., 2017. Режим доступу : www.mama-86.org.ua/archive/files/water_legis.doc.
 26. Рибалова О. В. Водопостачання та водовідведення : курс лекцій. Харків : НУЦЗУ, 2017. 195 с.
 27. Сорокіна К. Б. Водопостачання та водовідведення : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2009. 80 с.
 28. Тугай А. М., Орлов В. О. Водопостачання. Рівне : РДТУ, 2001. 429 с.
 29. Федоренко В. І., Денисюк О. Б., Пластунов Б. А., Йонда М. Є. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з загальної гігієни з екологією. Львів : ЛДУ ім. Данила Галицького, 2001. 58 с.
 30. Хільчевський В. К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти. К. : ВЦ Київський університет, 1999. 319 с.

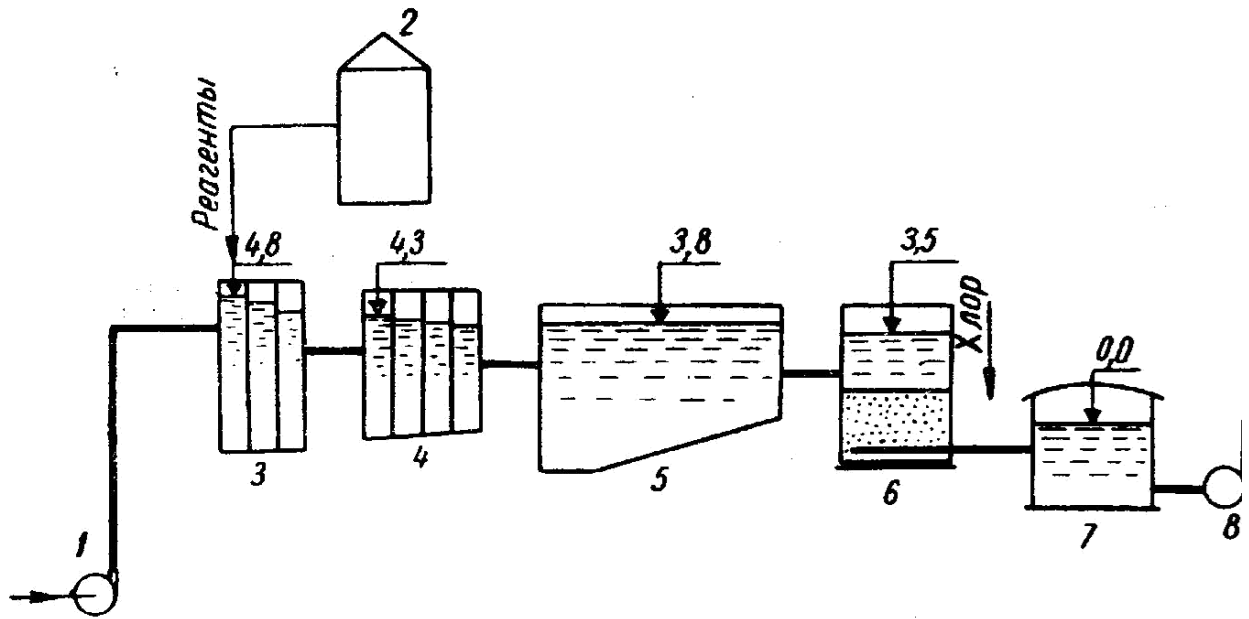


Рисунок 1. Схема водоочисної станції з камерою пластівцеутворення, відстійниками і фільтрами

1 - насос I підйому; 2 – реакгентний цех; 3 – змішувач; 4 - камера пластівцеутворення; 5 – відстійник; 6 – фільтр; 7 – резервуар очищеної води; 8 – насос II підйому.

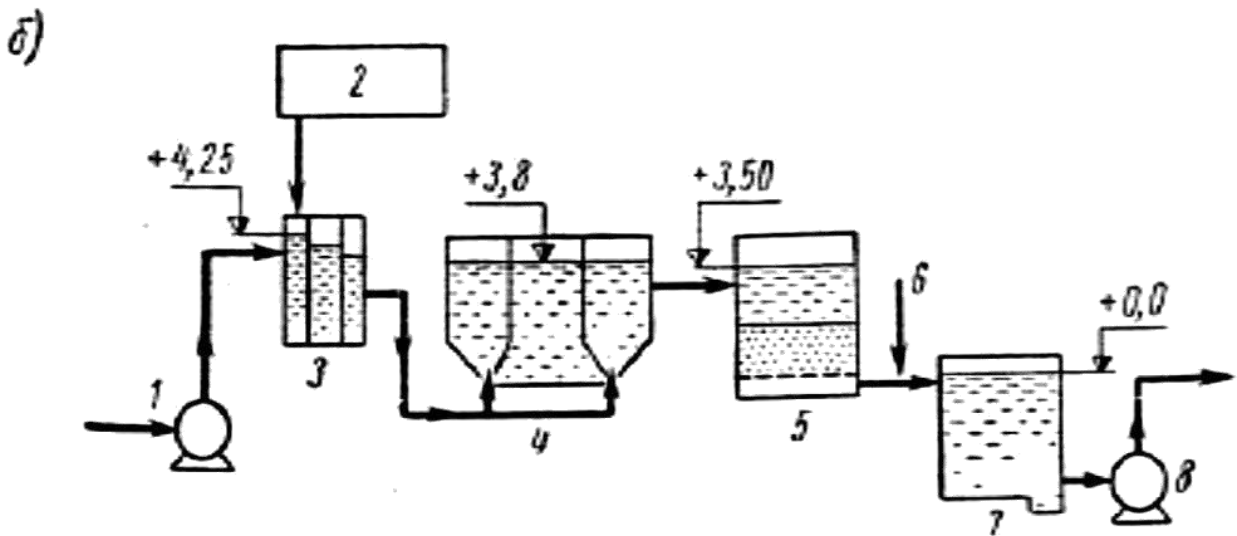


Рисунок 2. Схема водоочисної станції з освітлювачами (прояснювачами) з завислим осадом і фільтрами:

1 - насос I підйому; 2 – реакгентний цех; 3 – змішувач; 4 – освітлювач з завислим осадом; 5 – фільтр; 6 – трубопровід для вводу хлору; 7 - резервуар очищеної води; 8 – насос II підйому.

При невеликій продуктивності станції вдаються до сухого зберігання коагулянту (рис. 1, а), при великій - до мокрого (рис. 1, б), при середній - до мокрого із зберіганням реагенту в розчинних баках (рис. 1, в).

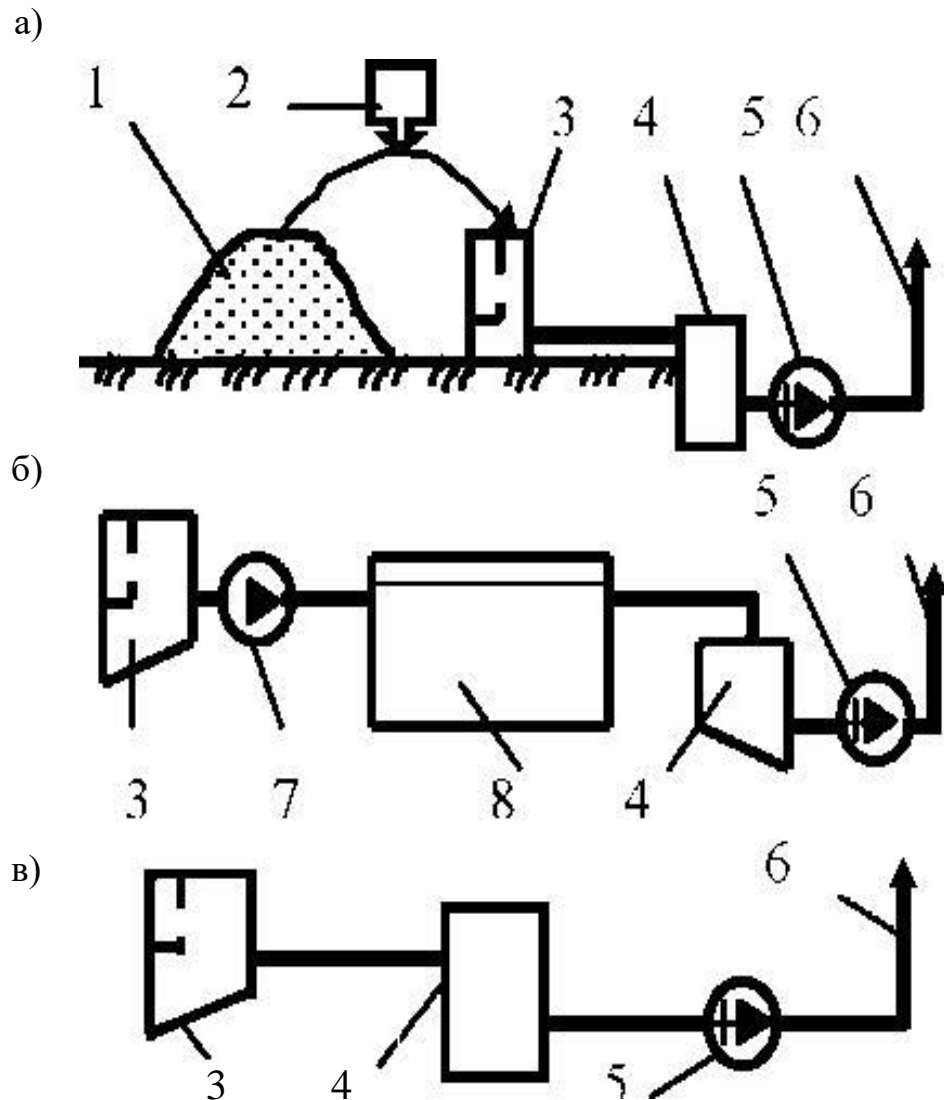


Рисунок 1 - Схеми реагентного господарства:

а) - сухе зберігання; б) - мокре зберігання; в) - мокре зберігання із зберіганням реагенту в розчинних баках;

1 - склад сухого реагенту; 2 - навантажувальний пристрій; 3 - розчинний бак; 4 - витратний бак; 5 - насос-дозатор; 6 - подавання реагенту у змішувач; 7 - відцентровий насос; 8 - бак-сховище

За каламутності оброблюваної води (показник не більший за 1000 мг/л) та продуктивності системи (показник не перевищує 800 м³ за добу) рекомендують використовувати напірну очисну установку «Струя», виготовлену на заводі (рис.1) .

Якщо показник кольоровості води не перевищує 35-40°, установка може працювати за безреагентною схемою, але тоді її продуктивність знижується в чотири рази. Натомість якщо показник кольоровості перевищує 40°, потрібно застосовувати реагенти.

Установка «Струя» передбачає осідання суспензії в трубчастих елементах малого діаметра, розміщених у відстійнику, а згодом – очищення води через фільтри. Для промивання фільтрів використовують башту з промивною водою.

Тиск насосів перед установкою має бути не меншим ніж 20 м. До того ж варто брати до уваги втрати напору в установці (4 м) і позначки води в промивній башті (не менше ніж 12 м).

Установку «Струя» з невеликими видозмінами можна застосовувати і для видалення з підземних вод заліза, фтору, а також для пом'якшення води. Існують типові проекти водопровідних очисних споруд на зразок установки «Струя» з пропускною спроможністю від 25 до 800 м³ за добу.

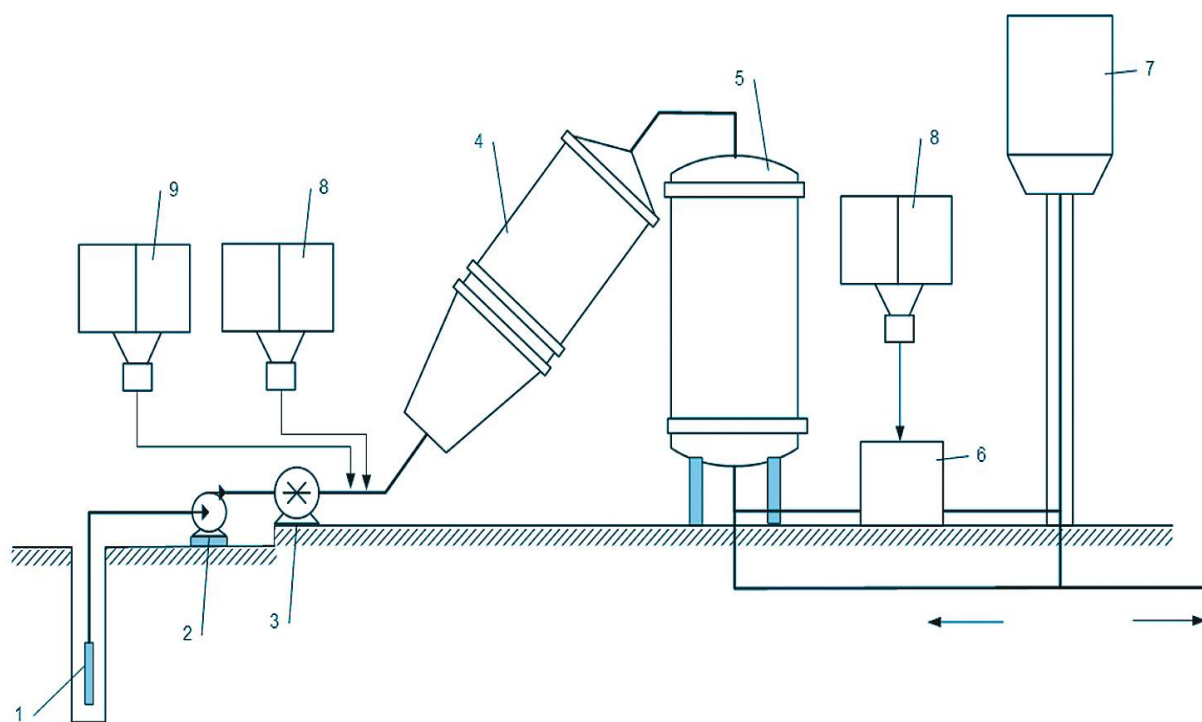


Рис. 25. Схема водоочисної установки «Струя»:

1 – водозабір; 2 – насоси першого підйому; 3 – сітчасті фільтри; 4 – трубчастий відстійник; 5 – фільтр; 6 – контактний резервуар; 7 – водонапірна башта (з промивною водою); 8 – хлораторна установка; 9 – обладнання для приготування реагентів.

Можна застосовувати й інші види очищення підземних вод (знезалізнення, очищення від сірководню, пом'якшення, опріснення тощо). Рекомендації щодо цих видів очищення води викладено в інструкціях до використовуваного обладнання.

У більшості випадків установки такого типу – це складні високотехнологічні схеми комплексної підготовки води. Вони проектуються, виготовляються і монтуються на основі хімічного аналізу води на вході, значення витрати води та ін. Залежно від цих даних розрізняються як за функціями, так і за вартістю. Нижче наведено схему сучасної установки знезалізнення води, пом'якшення та знезараження за допомогою бактерицидного УФ-випромінювання.

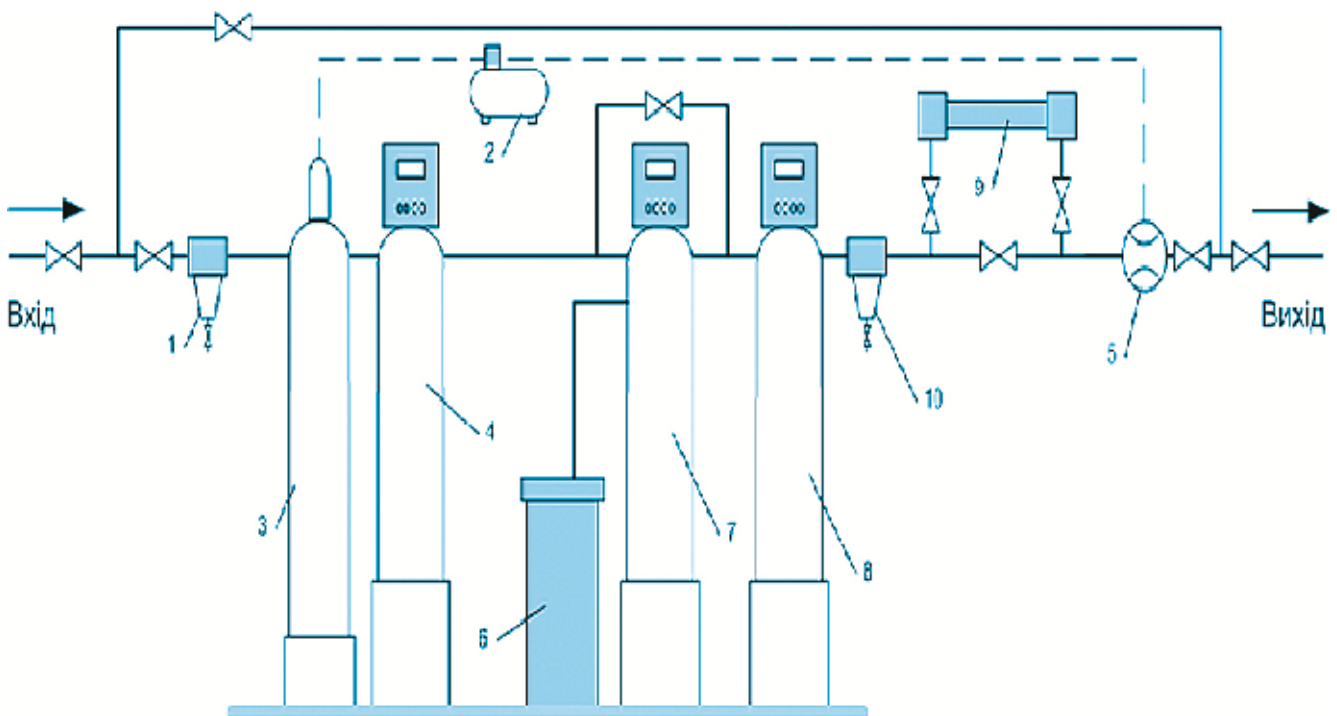


Схема установки для комплексної підготовки води:

- 1 – фільтр грубої очистки; 2 – компресор; 3 – аераційна колона; 4 – фільтр знезалізнення; 5 – імпульсний лічильник; 6 – бак солі; 7 – пом'якшувальна установка; 8 – освітлювальний фільтр; 9 – бактерицидна установка; 10 – вугільний фільтр

Варто пам'ятати

Якщо йдеться про малі системи водопостачання, то встановлення та подальша експлуатація споруд водопідготовки становить чималу проблему з погляду витрат та складності їх технічного обслуговування (придбання та використання реагентів, періодична заміна завантаження фільтрів, промивання фільтрів, складування осаду, утвореного після промивання фільтрів, і т. ін.).

Тому дуже важливо вибрати і використовувати незабруднене джерело водопостачання.

Характеристика та доцільність використання різних методів знезараження

Тип знезараження	Умови влаштування	Характеристики	Переваги/Недоліки
Бактерицидні установки (Рис. 1)	Рекомендовано використовувати тільки для води підземних джерел. Бактерицидні установки належить розміщувати за водозабірними свердловинами (при безпосередній подачі води в мережу) або за резервуарами чистої води на напірних лініях насосів II підйому	Знезараження води відбувається в результаті впливу УФ-випромінювання на воду, яка протікає через камеру знезараження. УФ-установки призначені для роботи в автономному режимі. Обслуговування УФ-установок полягає у контролі за роботою УФ-ламп, періодичному очищенні (промиванні) захисних кварцових чохлаїв і заміні УФ-ламп	<ul style="list-style-type: none"> • Сучасний метод знезараження • Широко використовуються • Гігієнічні й зручні в експлуатації • Порівняно висока ціна • Потребують додаткових затрат під час експлуатації • Не мають пролонгованої дії знезараження
Вакуумні хлоратори (використання хлоргазу) (Рис. 2)	Використовуються для середніх та великих водозаборів	На ринку доступна велика кількість високопродуктивного обладнання для зберігання, транспортування та дозування хлору. Потребують спеціальних систем вентиляції, обладнання відповідних санітарно-охоронних зон, кваліфікованого персоналу	<ul style="list-style-type: none"> • Економні (дози хлору порівняно невеликі) • Висока ефективність процесу знезараження • Тривалий термін дії знезараження • Випробувана роками технологія знезараження • Під час використання хлору існує підвищена небезпека отруєння мешканців та персоналу
Гіпохлорит натрію (Рис. 3)	Дозування розчину здійснюють за допомогою насоса-дозатора в автоматичному режимі. Використовуються витратні пластикові резервуари	Використовуючи гіпохлорит натрію, вдається зберегти всі переваги хлорування, водночас можна уникнути найбільшої небезпеки – роботи з високотоксичним газом	<ul style="list-style-type: none"> • Сучасний метод знезараження • Обладнання постійно вдосконалюється, можлива робота в автоматичному режимі • Висока ефективність процесу знезараження • Тривалий термін дії знезараження • Невисока ціна
Хлорне вапно	Широко застосовується в системах водопостачання невеликих населених пунктів	У розчинні баки засипають хлорне вапно і додають воду. Вапняне молоко надходить у витратні баки, де готують розчин з концентрацією 1-2%, застосовуючи механічні мішалки. З робочих баків хлорний розчин через дозувальні пристрої надходить у воду	<ul style="list-style-type: none"> • Застаріла технологія • Усі роботи виконуються вручну, тому можливе передозування • Порівняно невисока ціна

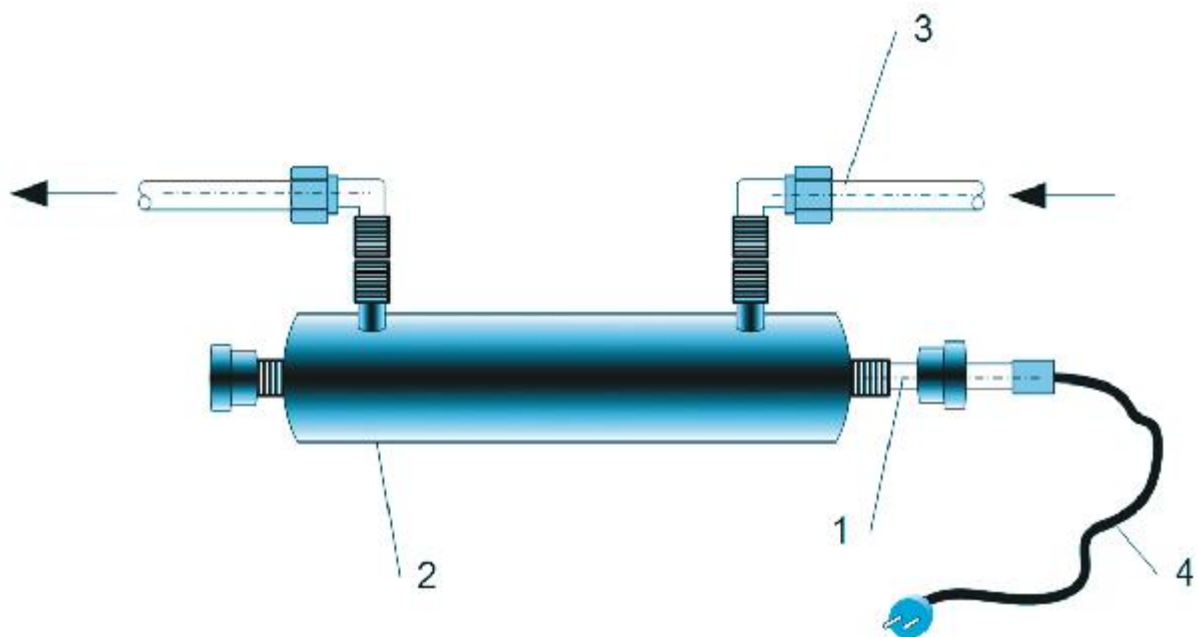


Рис. 1. Типова конструкція бактерицидної установки:
 1 – ультрафіолетова лампа; 2 – камера бактерицидної установки;
 3 – подача води; 4 – шнур живлення

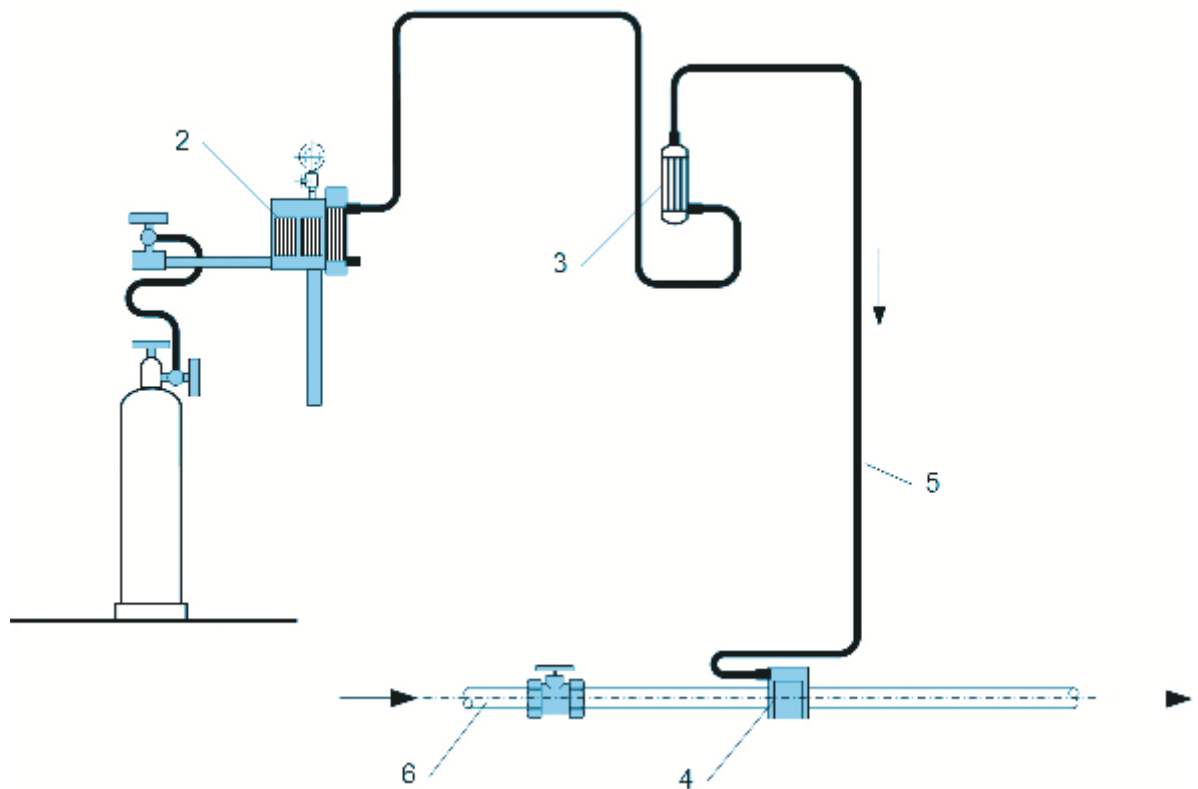


Рис. 2. Типова конструкція хлораторної установки:
 1 – балон з хлором; 2 – фільтр з вакуумним регулятором; 3 – ротаметр; 4 – ежектор;
 5 – трубка хлоргазу; 6 – водогін

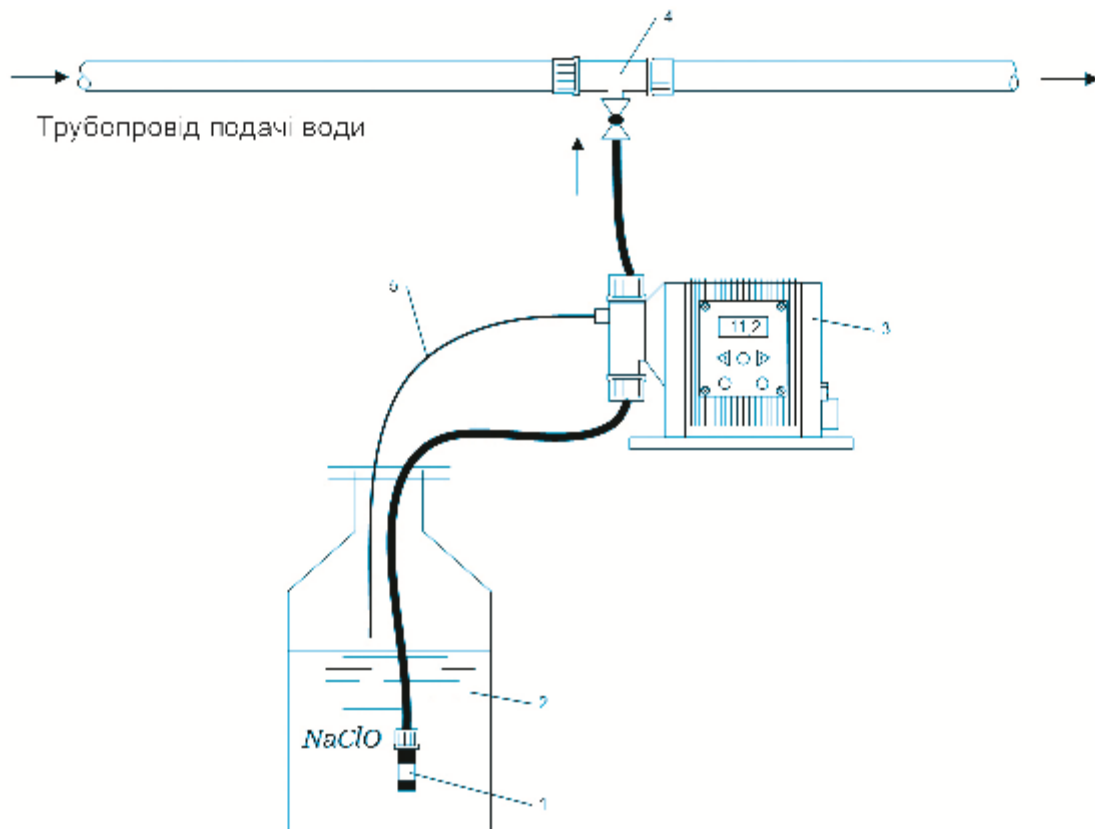


Рис. 3. Схема установки для дозування гіпохлориту натрію

- 1 – приймальний клапан; 2 – витратний резервуар; 3 – насос-дозатор;
4 – інжекційний клапан; 5 – трубка для відведення повітря

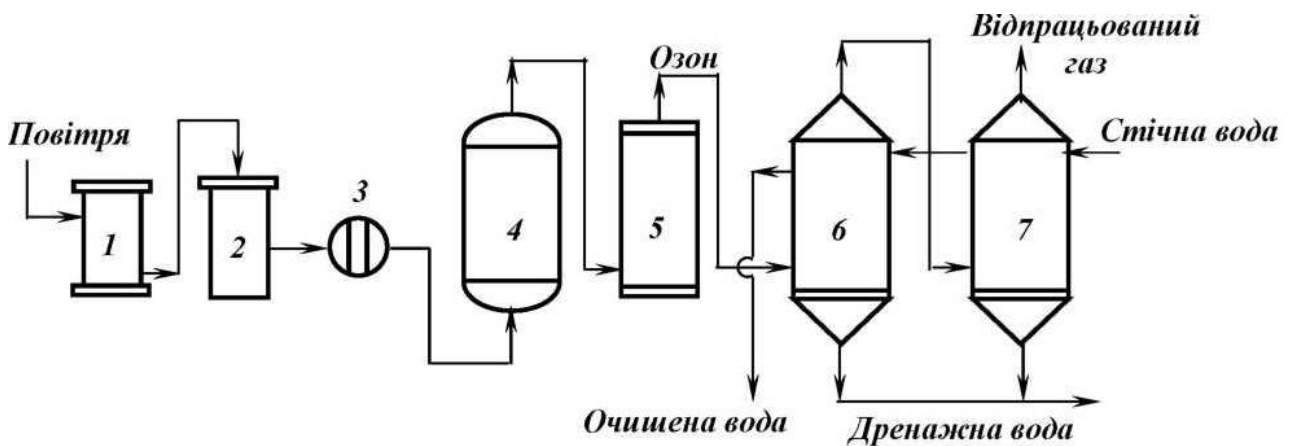


Схема озонаторного пристрою

- 1 – теплообмінник; 2 – вологовіддільник; 3 – повстинний фільтр;
4 – осушувальна камера; 5 – озонатор; 6 – основний реактор;
7 – попередній реактор.



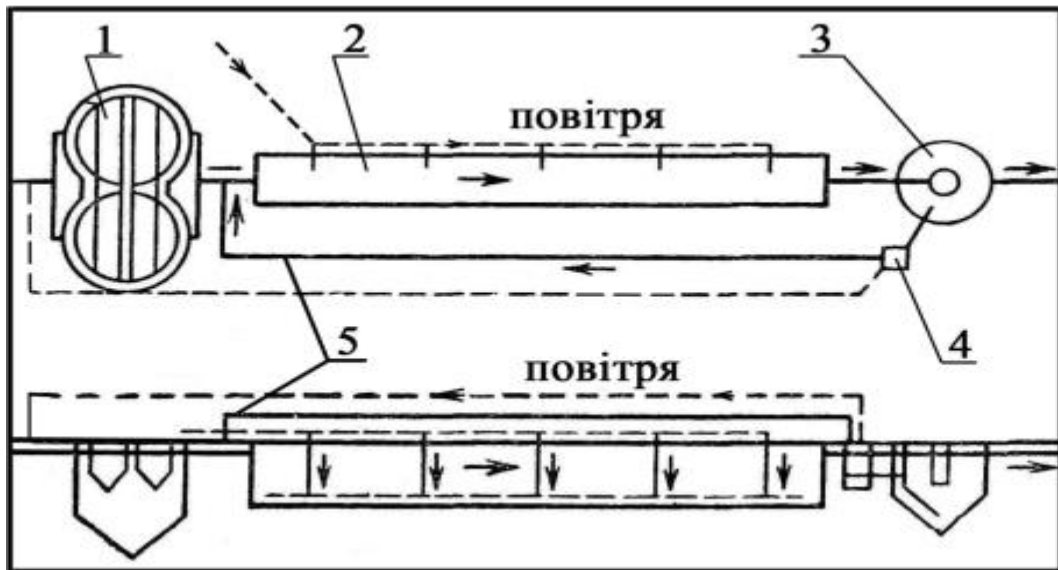


Рис. 1. Схема аеротенка розрахованого на повне очищення:
 1 – двохярусний басейн; 2 – аеротенк; 3 – вторинний відстійник; 4 – насосна станція; 5 – активний мул, який циркулює

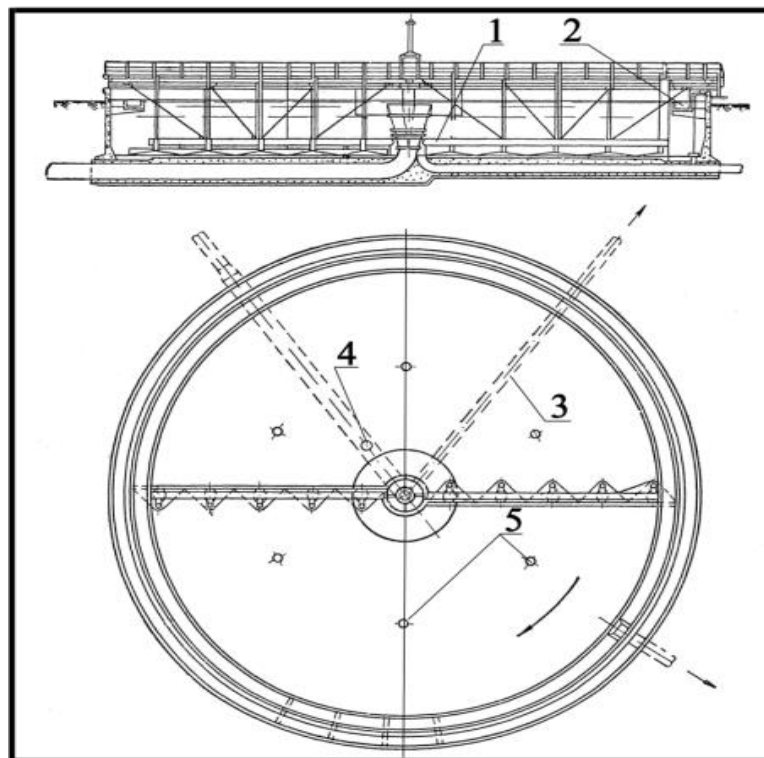


Рис. 1. Вторинний відстійник з відсмоктувачем мулу:
 1 – відсмоктувач мулу; 2 – лоток для збору води; 3 – труба для мулу; 4 – люк $d = 40$ см;
 5 – клапани в днищі $d = 10$ см

Конструкція вторинних відстійників практично не відрізняється від конструкції первинних. Вони також бувають: горизонтальні; - вертикальні; радіальні.

ЗМІСТ

ВСТУП		3
ОСНОВНІ ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ		5
Тема 1.	Гігієнічне значення, склад природної води та її вплив на організми.....	7
1.	Типи води, гігієнічні вимоги.....	7
2.	Склад природної води.....	8
3.	Гігієнічне значення води.....	10
3.1.	Фізіологічне значення води.	
3.2.	Епідемічне значення води.	
3.3.	Ендемічне значення води.	
4	Господарсько-побутове та народногосподарське значення води.....	23
5.	Державно-правова політика у сфері регулювання водних відносин в Україні.....	24
Тема 2.	Наукове обґрунтування гігієнічних нормативів (стандартів) якості питної води та норм водоспоживання в населених пунктах.....	26
1.	Характеристика груп показників якості води.....	26
1.1.	Органолептичні властивості води.....	27
1.2.	Показники нешкідливості води за хімічним складом.....	34
1.3.	Показники, що характеризують епідемічну безпеку води.....	38
2.	Стандартизація якості питної водопровідної води.....	40
3.	Гігієнічне обґрунтування норм водоспоживання в населених пунктах.....	44
Тема 3.	Гігієнічна характеристика і вимоги до господарсько-питного водопостачання населених місць.....	48
1.	Водозабезпеченість і водокористування в Європі та в Україні.....	48
2.	Джерела водопостачання, їх гігієнічна характеристика.....	49
3.	Характеристика та класифікація систем водопостачання	52
4.	Гігієнічні вимоги до якості води та вибір джерел централізованого водопостачання.....	53
5.	Гігієнічні вимоги до організації та експлуатації ЗСО джерел централізованого водопостачання.....	56
6.	Гігієнічні вимоги до централізованого та децентралізованого водопостачання населених місць. Схеми водопроводів.....	58

Тема 4.	Гігієнічні вимоги до влаштування та експлуатації головних споруд водопроводу з джерел водопостачання...	63
1.	Водозабір з підземних джерел.....	63
2.	Вимоги до влаштування і експлуатації водопроводу з поверхневих джерел водопостачання.....	68
3.	Водопровідна мережа і споруди на ній.....	72
4.	Державний санітарний нагляд і лабораторний контроль в області водопостачання населених місць.....	74
Тема 5.	Основні технологічні процеси очистки води.....	78
1.	Водопідготовка та водо очистка.....	78
2.	Класифікація домішок за фазовим станом.....	78
3.	Основні технологічні процеси очистки води.....	79
4.	Основні схеми поліпшення якості природної води.....	88
Тема 6.	Санітарна охорона водних об'єктів	93
1.	Основні етапи та наукові напрямки з санітарної охорони поверхневих водойм.....	93
2.	Джерела забруднення поверхневих водойм.....	96
3.	Вплив забруднених поверхневих водойм на здоров'я людини.....	97
4.	Заходи з санітарної охорони водних об'єктів.....	98
5.	Самоочищення поверхневих водойм.....	101
6.	Гігієнічні вимоги до якості води поверхневих водойм і оцінка умов скидання в них стічних вод.....	103
Тема 7.	Системи і схеми водовідведення.....	108
1.	Призначення окремих елементів системи водовідведення....	108
2.	Види систем водовідведення.....	111
3.	Споруди на каналізаційній мережі.....	114
4.	Умови прийому стічних вод у каналізаційну мережу.....	114
5.	Умови скидання очищених стічних вод у водні об'єкти.....	115
Тема 8.	Стічні води та методи їх очистки.....	117
1.	Методи і технологічні схеми очищення стічних вод.....	117
2.	Споруди механічного очищення стічних вод.....	121
3.	Біохімічне очищення стічних вод.....	123
4.	Знезараження біологічно очищених стічних вод.....	127
5.	Державний санітарний нагляд за санітарною охороною водойм і очищенням стічних вод.....	128

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	131
ДОДАТКИ.....	133

Львівський національний університет ветеринарної медицини та
біотехнологій імені с.з. Гжицького

Кафедра гігієни, санітарії та загальної ветеринарної
профілактики імені М.В. Демчука

Навчальне видання

Вороняк Володимир Володимирович

**Збірник лекцій із навчальної дисципліни
«Водопостачання, водовідведення
та якість води»
для здобувачів вищої освіти ОПШ
«Ветеринарна санітарія, гігієна і експертиза»**

