

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ШАНІНА Т.П., ПРИХОДЬКО В.Ю., КУЗЬМИНА В.А.

УРБОЕКОЛОГІЯ

Конспект лекцій

Одеса
Одеський державний екологічний університет
2020

УДК 502.7:54
Ш-20

Рекомендовано методичною радою Одеського державного екологічного університету
Міністерства освіти і науки України як конспект лекцій (протокол № 9 від 30.05.2019 р.)

Шаніна Т.П., Приходько В.Ю., Кузьмина В.А.

Урбоекологія : конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 140 с.

В конспекті лекцій послідовно розглядаються основні поняття урбоекології, зміни природних компонентів під впливом урбанізації, міське господарство, системи водопостачання і водовідведення, екологічні проблеми міст України.

ISBN 978-966-186-056-7

© Шаніна Т.П., Приходько В.Ю., Кузьмина В.А., 2019

© Одеський державний екологічний університет, 2020

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
ВСТУП.....	6
1 УРБАНІЗАЦІЯ, ЇЇ СУТНІСТЬ, ЧИННИКИ І НАСЛІДКИ СТОСОВНО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЛЮДИНИ	7
1.1 Місто як урбоекосистема	11
1.2 Функціональне зонування міста	17
1.3 Компонентна декомпозиція міської системи	19
1.4 Зміни рельєфу та небезпечні геологічні процеси	24
1.5 Вплив міста на літогенну основу та ґрунтовий покрив	26
1.6 Водні об'єкти міста: зміни гідрологічного режиму, види користування, забруднення	33
1.7 Зміна кліматичних характеристик та забруднення повітряного басейну міста..	37
1.8 Склад, структура і різноманіття міських насаджень. Міська біота	40
1.9 Вимоги до якості міського середовища	45
1.10 Організація екологічного моніторингу на міських територіях	50
1.12 Екологічні проблеми міст України	55
2 МІСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ТА ЙОГО ВПЛИВ НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ	59
2.1 Системи водопостачання, водовідведення та очищення вод міста	59
2.2 Класифікація систем водопостачання.....	60
2.3 Водозабори та насосні станції і водоочисні споруди	62
2.4 Показники якості природних вод	66
2.5 Вимоги до джерела водопостачання і його вибір	77
2.6 Характеристика вод за видами їх використання.....	81
2.7 Норми водопостачання.....	87

3 ФІЗИЧНІ І ХІМІЧНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ	89
3.1 Класифікація домішок за фазоводісперсним станом	89
3.2 Основні технологічні процеси очищення води.....	89
4 ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ТА ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД.	101
4.1 Схеми і системи каналізації.....	101
4.2 Характеристика господарсько-побутових стічних вод	104
4.3 Характеристика промислових стічних вод.....	106
4.4 Утворення та характеристики поверхневого стоку	109
4.5 Методи очищення стічних вод	110
4.6 Станції очистки міських стічних вод.....	123
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	131

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БСК	біохімічне споживання кисню
ГДВ	гранично допустимий викид
ГДК	гранично допустима концентрація
ГДС	гранично допустимий скид
ЕС	екосистема
НГП	небезпечні геологічні процеси
НПС	навколишнє природне середовище
РЧВ	резервуар чистої води
ЛХС	летючі хлорорганічні сполуки
ОБРВ	орієнтовно безпечні рівні впливу
СВ	стічні води
СЗЗ	санітарно-захисна зона
СЕС	санітарно-епідеміологічна станція
СПАР	синтетичні поверхнево-активні речовини
ТПВ	тверді побутові відходи
УЕС	урбоекосистема
ХСК	хімічне споживання кисню

ВСТУП

Дисципліна «Урбоекологія» відноситься до обов'язкових дисциплін і належить до циклу професійної та практичної підготовки. Дисципліна «Урбоекологія» викладається при підготовці студентів-бакалаврів за спеціальністю 101 «Екологія» РПД – 1 (екологічна безпека), РПД – 2 (екологічний контроль), РПД – 3 (гідроекологія).

Предметом вивчення навчальної дисципліни є місто; урбанізація; урбанізоване довкілля; урбогеосоціосистема; функції міст; урбанізовані ландшафти; компоненти і фактори урбанізованого довкілля; адаптації організмів та популяцій; флора, фауна, рослинність, тваринне населення; урбанізовані біогеоценози; міське господарство; вплив на довкілля; екологічні технології оптимізації урбанізованого довкілля; фітотехнології (фітомеліорація); ландшафтне планування; комплексні зелені зони міст; природоохоронні території в містах; екологічне врядування.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Урбоекологія» є: вивчення міста як екологічної системи; аналіз чинників, тенденцій та наслідків урбанізації, формування урбанізованого довкілля; розгляд історії формування та розвитку міст; просторовий і функціональний аналіз урбаністичних систем; вивчення ландшафтно-екологічної основи міст, класифікація природних та антропогенних ландшафтів; аналіз адаптацій організмів, їх популяцій та угруповань до умов урбанізованого довкілля; типологія та дослідження урбанізованих біогеоценозів; аналіз взаємодій біотичних, технічних і соціальних компонентів урбогеосоціосистеми; оптимізація урбанізованого довкілля з метою збалансованого розвитку урбогеосоціосистем.

Метою конспекта лекцій з дисципліни «Урбоекологія» є формування теоретичної основи з основних тем лекційного модулю курсу.

1 УРБАНІЗАЦІЯ, ЇЇ СУТНІСТЬ, ЧИННИКИ І НАСЛІДКИ СТОСОВНО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЛЮДИНИ

Урбанізація (від лат. Urbanus - міський) – процес підвищення ролі міст у розвитку суспільства, який супроводжується ростом і розвитком міських поселень, збільшенням питомої ваги міського населення, поширенням міського способу життя в країні, регіоні, світі.

Відмітні риси:

- 1) швидкі темпи збільшення кількості міського населення;
- 2) концентрація населення і господарство в основному у великих містах;
- 3) розповзання міст і розширення їх території – від точкового міста до поліцентричної агломерації.

Цей поступальний процес особливо яскраво проявився в епоху науково-технічної революції. Якщо міське населення Землі в 1800 р. становило всього лише 3%, в 1900 р. – 13,6%, то в 2000 р. в містах світу проживала майже половина населення планети. Для урбанізації характерний приплив у міста сільського населення і зростаючий маятниковий рух населення з сільського оточення і найближчих малих міст у великі міста (на роботу, з культурно-побутових потреб та ін.). Процес, зворотний урбанізації, називається **руралізацією**.

Субурбанізація – процес зростання і розвитку приміської зони великих міст. В результаті відбувається формування міських агломерацій. При субурбанізації темпи зростання населення передмість вищі, порівняно з містами-центрами агломерацій.

Хибна урбанізація – стрімке зростання чисельності міського населення, яке не супроводжується достатнім зростанням числа робочих місць і розвитком міських функцій.

Процес урбанізації йде за рахунок:

- перетворення сільських населених пунктів на міські;
- формування широких приміських зон;
- міграції з сільської місцевості в міську.

«Урбанізоване розселення» – високоурбанізоване, поляризоване в ряді відносин (особливо місто-село) розселення, яка передбачає наявність великих міст, а на вищій стадії – агломерацій, мегалополісів, високої рухливості населення. Перехід до процесів деконцентрації розселення внаслідок високої рухливості.

Місто – це досить великий населений пункт, жителі якого в основному зайняті в сферах промисловості, послуг, управління, науки та ін.

Основними ознаками сучасного міста є:

- забудована частина території переважає над незабудованою – вся

територія міста розпланована для будівництва житлових будівель, торгово-розважальних центрів, доріг тощо. Форма плану міських територій залежить від природних умов, особливостей залягання природних копалин, транспортних умов, особливостей історичного розвитку міста;

- видозмінене природне покриття переважає над незмінним – асфальт, плитка, штучні газони тощо;

- наявність або переважання багатоповерхової забудови, що зумовлене збільшенням кількості міського населення у містах та прагненням до більш раціонального і економічного використання земельних ресурсів;

- наявність промислових підприємств та сфери послуг для виробництва і реалізації матеріальних і нематеріальних (духовних) потреб населення. Це сектор соціально-культурних послуг (освіта, культура, охорона здоров'я), комплекс матеріально-побутових послуг (житлово-комунальне господарство, побутове обслуговування, система рекреаційних послуг), сектор ділових, інформаційних та інженерно-технологічних послуг);

- розвинена система громадського транспорту, наземних і підземних комунікацій (трубопроводи, кабельна мережа, колектори). У крупних містах протяжність інженерної мережі у декілька разів перевищує сумарну протяжність вулиць і складає десятки тисяч кілометрів;

- розвинена торговельна мережа, у середньому продуктові мережі складають 47% від усіх торговельних мереж, мережа побутової техніки – 32%, меблеві магазини – 15%, мережа змішаного типу і будівельних матеріалів – по 3%;

- високий рівень забрудненості навколишнього середовища, приблизно на 1–2 порядки вищий, ніж на прилеглий до міста території, ця особливість розвиненого міста відноситься до негативної сторони урбанізації;

- швидке поширення інфекції при високій густоті населення, наприклад, щорічні епідемії грипу (т.зв. «хвороби урбанізації»);

- наявність рекреаційних територій загального користування, призначених для задоволення потреб населення у відпочинку і туризмі, до них відносять: природні комплекси та їх компоненти (рельєф, клімат, водойми, рослинність, тваринний світ), культурно-історичні пам'ятки, економічний потенціал території, що включає інфраструктуру і трудові ресурси;

- висока щільність установ освіти (школи, технікуми, інститути, університети тощо), охорони здоров'я (лікарні, клініки) та культури (театри, кінотеатри тощо);

- наявність культових споруд однієї або кількох конфесій (храми, собори, синагоги тощо);

- наявність однієї чи декількох місцевих газет;
- наявність приміської зони, тобто перехідної зони між містом і сільськогосподарським виробництвом. У цю зону поступово з міста переносяться найбільш шкідливі виробництва.

В різних країнах є власні критерії присвоєння населеному пункту статусу міста. Наприклад, в Болгарії місто повинно мати розвинену соціальну і технічну інфраструктуру та населення понад 3500 осіб, в Росії населення міста має становити не менше 10 тис. осіб, з них робітники, службовці та члени їх сімей повинні становити не менше 85%, а саме поселення повинно бути промисловим і культурним центром. У 1949 р. Європейська конференція зі статистики, що проходила під егідою ООН у Празі, рекомендувала вважати містом компактне поселення з мінімальною чисельністю 2000 чол., але при кількості мешканців менше 10 тис. чол.. відсоток зайнятих у сільському господарстві не повинен перевищувати 25%.

В Україні критерієм для придання населеному пункту статусу міста є 10 тис. мешканців, з них менше 50% зайняті у сільському господарстві. Станом на 1 січня 2017 р. налічувалося 460 міст, 885 селищ міського типу та 28 377 сільських населених пунктів. В табл. 1.1 приведені дані щодо класифікації міст за кількістю населення.

Таблиця 1.1 – Розподіл чисельності населення і кількості міст України за категоріями (за даними Всеукраїнського перепису 2001 р.)

Категорії міст	Кількість	Чисельність населення	
		тис. чол.	% від усього міського населення
Малі (від 10,0 до 49,9 тис. чол.)	273	5736,006	20,8
Середні (від 50,0 до 99,9 тис. чол.)	52	3603,350	13,1
Великі (від 100,0 до 249,9 тис. чол.)	20	3235,946	11,7
Крупні (від 250,0 до 999,9 тис. чол.)	20	7928,355	28,7
Найкрупніші (понад 1000 тис. чол.)	5	7088,513	25,7
Всього	370	27592,170	100,0

Загальні риси урбанізації, характерні для більшості країн:

1) Швидкі темпи зростання міського населення, особливо в менш розвинених країнах, де відбуваються стихійні, що не піддаються контролю міграції з села в місто. Починаючи з 1950 р., населення міст світу збільшилося в 4,37 разу.

2) Концентрація населення і господарства в основному у великих містах, тому що міста мають безліч функцій, особливо у невиробничій сфері, вони повніше задовольняють потреби людей, мають розвинену

інфраструктуру і забезпечують доступ до сховищ інформації.

3) "Розповзання" міст, розширення їх території.

Це відбувається тоді, коли навколо великих міст (столиць, промислових і портових центрів) виникають пояси міст-супутників. Такі утворення називаються **міськими агломераціями**.

Міська агломерація, конурбація (від лат. Agglomeratio - приєднує) – компактне скупчення населених пунктів, головним чином міських, об'єднаних в складну багатокomпонентну динамічну систему з інтенсивними виробничими, транспортними і культурними зв'язками.

Розрізняють:

моноцентричні (сформувалися навколо одного великого міста-ядра, наприклад, Московська агломерація);

поліцентричні агломерації (конурбації) (мають кілька міст-ядер, наприклад, скупчення міст в Рурському басейні Німеччини).

Мегалополіс, мегаполіс, рідко – надагломерація (суперагломерація) – найбільша форма розселення, що утворюється при зрощенні великої кількості сусідніх міських агломерацій.

Основні риси мегалополіса:

1) лінійний характер забудови, витягнутої в основному уздовж автомобільних і залізничних магістралей (іноді річок або морських узбереж);

2) загальна поліцентрична структура, зумовлена взаємодією відносно близько розташованих один до одного великих міст – центрів агломерацій, які формують мегалополіс;

3) порушення екологічної рівноваги між діяльністю людини і природним середовищем.

Найбільші міські агломерації світу склалися навколо Мехіко, Сан-Паулу, Токіо та Нью-Йорка.

Територіальні особливості розподілу рівня урбанізації в Україні:

1) найбільш високий рівень – Донецька область (90%);

2) високий рівень в Луганській, Дніпропетровській, Харківській, Запорізькій областях;

3) середній рівень – Одеська і Миколаївська області, АР Крим.

4) переважання сільського населення – Вінницька, Закарпатська, Івано-Франківська, Рівненська, Тернопільська, Чернівецька область.

Показник урбанізованості країни або регіону – це частка населення, що проживає в містах. Найбільш урбанізованими є Великобританія (92%), Кувейт (91%), Ізраїль (90%), найменш – африканські та азіатські країни, що розвиваються. У розвинених країнах рівень урбанізації в середньому становить 72%, в країнах, що розвиваються – 32%. В Україні – 67%.

1.1 Місто як урбоекосистема

Залежно від цілей і завдань дослідження місто можна розглядати з двох позицій:

- 1) як просту систему, що взаємодіє з навколишнім середовищем;
- 2) як складну систему взаємодіючих між собою компонентів.

Системою називають такий об'єкт, який можна розчленувати на складові – підсистеми різного рівня.

При глобальному розгляді міста як складової біосфери, його можна охарактеризувати поняттям урбоекосистеми. Урбоекосистема (УЕС) – це просторово обмежений комплекс взаємопов'язаних і взаємодіючих між собою природних і антропогенних складових, який в масштабах біосфери характеризується як гетеротрофна екосистема (ЕС) з інтенсивними потоками речовин і енергії, що трансформуються. В цьому випадку місто характеризується як проста система.

На рис. 1.1 представлені основні напрямки взаємодії міста та довкілля.

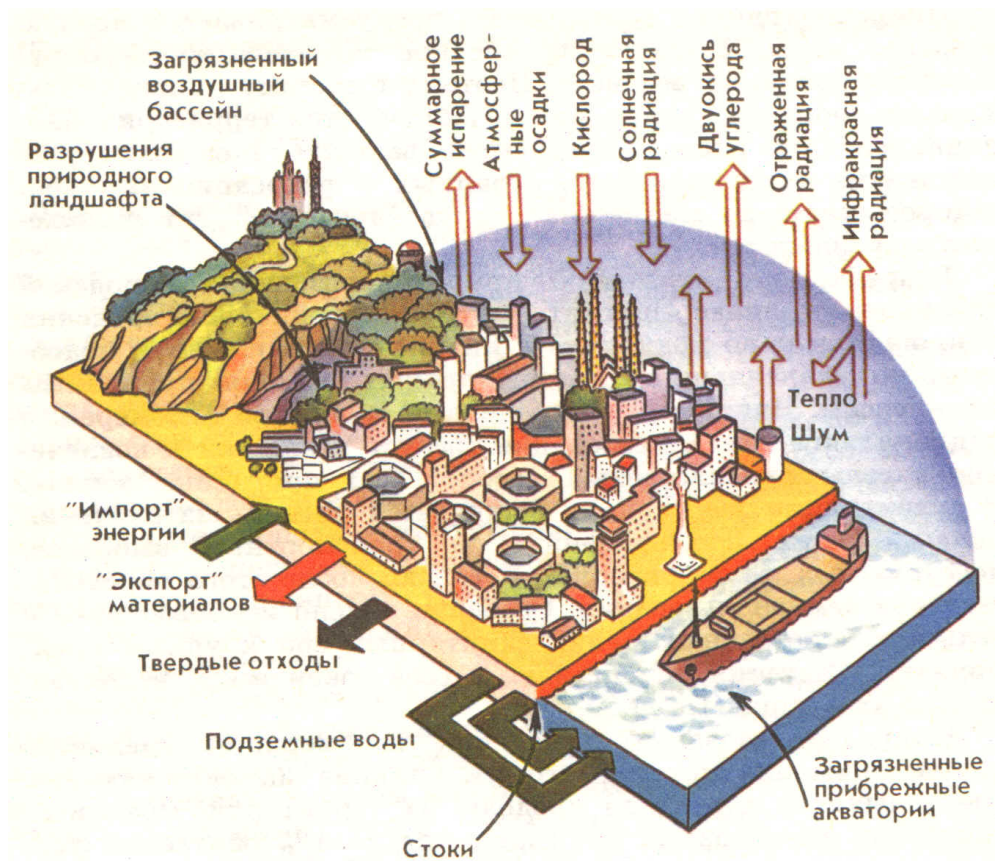


Рисунок 1.1 – Взаємодія міста та природного оточення.

До характеристик міста як УЕС можна віднести такі: поліморфність, відкритість і залежність від оточення, незбалансованість матеріальних та

енергетичних потоків, неможливість саморегуляції, складну конгломерацію зі штучних ЕС.

Поліморфність. Міська система поліморфна, вона не може повністю вписатися в природну або антропогенну підсистему, оскільки місцем існування людини в місті є і природні (гідросфера, атмосфера), і антропогенні (будівлі, елементи інфраструктури) підсистеми. Ця властивість УЕС пояснює надзвичайну складність конструктивних втручань в урбоценози для їх реконструкції та оптимізації тому, що місто має розширену системну структуру.

Разом з тим, відміна УЕС від екосистем, відомих в природі, полягає в тому, що в ній домінує людина. Людина в силу свого розуму штучно створює і регулює потоки речовини і енергії, формує і розриває трофічні ланцюги, впливає на процеси теплового і газового обміну.

Відкритість і залежність від оточення. Місто – дуже залежна екосистема. Всі екосистеми – відкриті утворення, але міста – надвідкриті. Вони повністю залежать від навколишнього середовища. Місто не може прогодувати своє оточення, воно "дихає" чужим повітрям, "п'є" воду чужу, одночасно з цим виділяючи в навколишнє середовище велику кількість продуктів свого метаболізму.

Прискорення процесу урбанізації супроводжується наростанням споживання природних ресурсів. Зростаючим містам потрібно все більше продуктів харчування, води та енергії.

Потреби сучасного міста великі, і перш за все, йому потрібна територія. Місто відбирає її у природи шляхом перебудови природних ландшафтів, будівництва житлових масивів, прокладки вулиць і магістралей, споруди аеропортів, вокзалів і т.д. Це супроводжується вирубкою лісів, засипанням боліт і ярів, регулюванням стоку річок, створенням водосховищ. Орієнтовно площа міста з населенням 1 млн. Чоловік становить 200 км². У табл. 1.2 наведені орієнтовні обсяги деяких ресурсів і розміри територій, необхідних для покриття потреб міста з населенням в 1 млн. осіб.

Природною потребою людей є повітря. Місто з населенням 1 млн. мешканців потребує приблизно 3 млн. т кисню на рік. Надходження його в атмосферу здійснюється за рахунок фотосинтезу, який здійснюється фітопланктоном Світового океану і масивами лісів. Навіть при інтенсивному озелененні міської території і наявності власних водних об'єктів міські можливості відтворення кисню істотно нижчі за потреби, яка може покриватись лише за рахунок рослинності і водної поверхні неурбанізованих просторів, загальна площа яких у 20-30 разів перевищує міську територію.

Таблиця 1.2 – Орієнтовне зіставлення компонентів природного середовища і деяких споживчих ресурсів і ресурсів, відтворюються містом з населенням 1 млн. мешканців за рік

Найменування компоненту або ресурсу	Територія міста, км ²	Споживання	Відтворення, тис.т	Дефіцит компонента	Територія, необхідна для покриття дефіциту компонента, тис. км ²
Атмосферний кисень	200	3 млн. т	25-30	-2970000 м ³	50-60
Вода	200	500 млн. м ³	-	-500 млн м ³	15-20
Грунтово-рослинний покрив для організації місць масового відпочинку городян	200	5 км ²	-	10-12 тис. км ²	10-20
Будівельні матеріали, сировина для промисловості і ін.	200	10-12 млн.т	-	10-12 млн. т	0,4-0,5
Паливо (умовне)	200	8-9 млн. т	-	8-9 млн. т	0,25-0,32
Продукти	200	1 млн. т		1 млн. т	2

Потреба мільйонного міста в питній воді становить 400-500 млн. м³/рік. На території міста не може сформуватися така кількість поверхневого стоку, а запасів підземних вод, як правило, недостатньо. Природно, що місто отримує воду з річок, водосховищ та озер, водозбірний басейн яких в кілька разів перевищує його власну територію.

Мільйонне місто потребує великої кількості їжі. Добова потреба людини в ній складає від 1 до 2 кг. Для міста в 1 млн. жителів необхідно щодня завозити і виробляти на місці близько 2 тис. т продовольства або 35 залізничних вагонів на добу. Для виробництва такої кількості їжі необхідно, в залежності від якості харчування і родючості ґрунтів, в середньому близько 0,2 га сільськогосподарських земель на людину, що включають ріллю, сінокоси і пасовища або близько 2 тис.км² для мільйона городян, що на порядок перевищує площу самого міста. Власне виробництво продуктів харчування (теплиці, приміські сади) в місті незначне.

Місто потребує значної кількості енергії. Орієнтовно ця потреба може бути оцінена в 10 кг умовного палива на людину за добу, тобто для мільйонного міста – 10тис. т або більше 150 вагонів умовного палива

щодня. Сумарне споживання енергії людиною в містах розвинених країн становить в середньому 335 ГДж / рік. З їжею вона споживає лише 4 ГДж / рік, отже, на всі інші види діяльності – трудову, транспортну, ведення домашнього господарства, дозвілля, освітлення та опалення квартир, роботу підприємств та інші, витрачається в 80 разів більше енергії, аніж це потрібно для фізіологічного функціонування організму. Для вироблення такої кількості енергії потрібна велика кількість горючих копалин – нафти, газу, вугілля, торфу, сланців, урану, родовища яких розташовані поза містом. Концентруючи велику кількість енергії, міста виділяють деяку частину в навколишнє середовище. Температура повітря в місті завжди вища, ніж на території навколо нього. Відбувається це як за рахунок техногенної діяльності, так і за рахунок нагріву сонцем асфальтових, бетонних і кам'яних поверхонь вулиць, площ, стін і дахів будинків.

Встановлено, що зростання споживання енергії на виробничі та комунальні потреби випереджає зростання міського населення і становить 5-6% на рік. Різкий підйом в споживанні енергії збігається з піком урбанізації. Основні джерела енергії для міста – це теплові, атомні і гідравлічні електростанції. Перші дві групи станцій забезпечують базисну (денну) потребу міста в електроенергії, а гідравлічні – вечірню і ранкову (пікову) потребу. Однак ресурси невідновлюваних (вугілля, газ, нафта) джерел енергії не безмежні. Запаси традиційних джерел енергії наближаються до вичерпання, і для виходу з майбутньої глобальної енергетичної кризи людству доведеться вирішувати проблему освоєння нових видів енергії. При цьому повинен враховуватися досвід, отриманий людством на шляхах виходу з сучасної екологічної кризи. Це означає, що пошуки і розробка нових технологій отримання енергії повинні вестися з дотриманням вимог захисту навколишнього природного середовища (НПС).

Місто споживає величезну кількість води, основна частина якої витрачається на виробничі процеси і побутові потреби. Приватне споживання води в містах складає від 150 до 500 дм^3 на добу. З урахуванням промисловості на одного городянина припадає до 1000 дм^3 на добу. Використана містом вода надходить в приміські водотоки у вигляді СВ (СВ).

Місто викидає в атмосферу газоподібні речовини, рідкі аерозолі, пил. Місто «виробляє» і накопичує велику кількість промислових і побутових відходів. Стародавні міста сформували на ґрунтах «культурний шар», що містить будівельне і побутове сміття давніх епох.

Сучасне місто має потребу в рекреаційних ресурсах, тобто в місцях і спорудах для відпочинку городян. Внутрішні рекреаційні можливості міста у вигляді приміських зелених зон, скверів, парків, водойм складають в різних містах, за наявними оцінками, від 10-15% до 50-60% його загальної

території. Однак, цієї площі абсолютно недостатньо для рекреації. За сучасними уявленнями, площа рекреаційних зон повинна в 5-10 разів перевищувати власну територію міста. Зазвичай це комплексна зелена зона міста. Таким чином, територія, що забезпечує мінімально необхідні потреби мільйонного міста в повітрі в 20, а в воді, їжі і рекреації в 10 разів перевищує територію самого міста.

Необхідність задоволення потреби зростаючих міст в воді, їжі, енергії, рекреації та інших ресурсах призведе в найближчі роки до якісної зміни технологій їх отримання і використання. Це відноситься, в першу чергу, до скорочення забору води з природних джерел шляхом зниження водоспоживання виробництв і збільшення повторного використання води, зниження питомої енергоємності в усіх сферах людської діяльності, підвищення врожайності сільськогосподарських угідь і рекультивації, розвитку нових форм рекреації, формування психології життя "без надмірностей". Такий напрям технологічного і соціального розвитку суспільства диктується ресурсними обмеженнями нашої планети.

Таким чином, місто потребує енергії, чистої води, продуктів харчування, сировини. Все це воно отримує від зовнішнього оточення, а тому залежить від нього, тобто є залежною екосистемою.

Незбалансованість матеріальних та енергетичних потоків. З попередньої характеристики міста як ЕС виходить наступна характеристика – незбалансованість матеріальних і енергетичних потоків, і як наслідок, позитивний баланс обміну з навколишнім середовищем. Модель міста, складена за принципом балансу, може бути представлена таким чином (рис. 1.2). У місто надходять потоки електричної енергії, палива, сировини, харчових продуктів. Після їх переробки і отримання продукції в межах території міста, в атмосферу викидаються гази, аерозолі, пил, в приміській воді зливаються промислові і побутові СВ, на міські звалища надходять відходи.

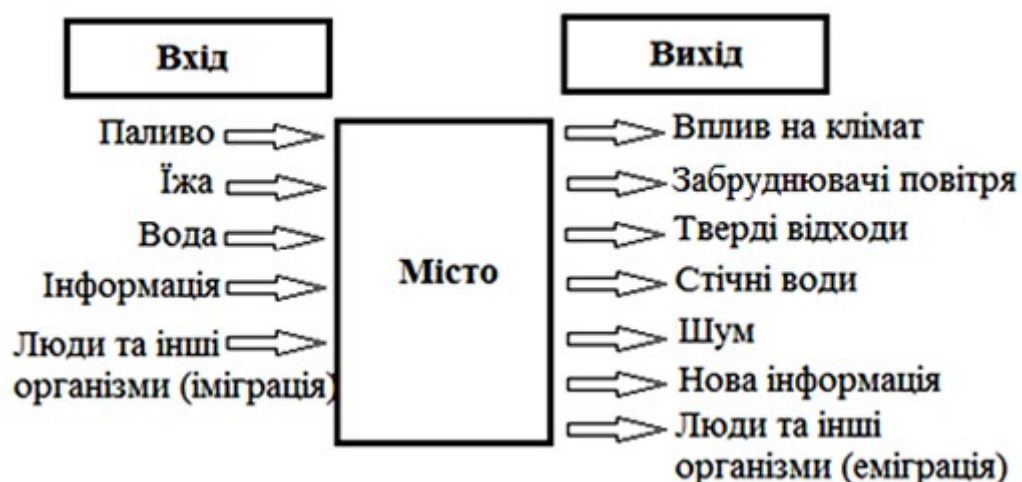


Рисунок 1.2 – Вхідні і вихідні потоки у межах міста

Це призводить до накопичення в межах міста продуктів метаболізму. Немоżliвість вписатися в глобальний кругообіг речовин і енергії і біосфері і відображає «штучність» УЕС, антропогенний початок її створення. Таким чином місто характеризується як акумулююча система. Акумуляція речовин проявляється у вигляді формування «культурного шару» і нових форм рельєфу (терикони, насипи), зміни водних об'єктів, і, звичайно, більш високого забруднення навколишнього середовища. Проявом акумуляції потоків енергії є температурна аномалія міських територій.

Неможливість саморегуляції. Міська система, на відміну від природної, не може бути саморегулюючою. Всі процеси життєдіяльності міста має регулювати суспільство. Це споживання містом енергії, природних ресурсів, харчових продуктів.

Потоки речовин і енергії, а також продуктів їх переробки, що надходять на територію міста, порушують матеріальний і енергетичний баланс природного середовища і змінюють природні процеси кругообігу речовин і переходу енергії по трофічних ланцюгах. Місто - це нерівноважна система. Стан нерівноважності визначається масштабом антропогенних навантажень міста на навколишнє середовище. Показниками антропогенних навантажень є: густота населення, площа забудованих і незамошених територій, навантаження від тяжкості будівель і споруд, обсяги промислового виробництва, рівень автомобілізації і т.п.

Місто - нерівноважна система, оскільки його розвиток визначається не законами природи, а руйнівною і творчою діяльністю людини протягом багатьох років. За певних розмірів і господарської спеціалізації міст природні території, які оточували і підтримували екологічну рівновагу, сприяли знешкодження відходів, очищення вод, повітря. Сучасні промислові міста дуже чутливі до порушення рівноваги: збій в роботі систем водопостачання та енергопостачання, відмови в роботі очисних споруд можуть призвести до локальної екологічної кризи.

На відміну від природних екосистем, в УЕС співвідношення між фітомасою та зоомасою інше (останньої більше), ніж в природних ЕС, харчові ланцюги розімкнуті в основних ланках, і метаболізм відходів життєдіяльності сильно відрізняється від кругообігу речовин в природі. Низька стійкість УЕС зумовлена спрощеним видовим складом. Продуктивність міських систем мізерна. Тому і рівновага в міських системах має бути забезпечена інакше, ніж в природних умовах.

1.2 Функціональне зонування міста

Зонування території. Зонування - це поділ території на зони при містобудівному плануванні розвитку територій і поселень з визначенням видів містобудівного використання встановлених зон і обмежень на їх використання.

Існують різні підходи щодо зонування міської території.

Наприклад, виділяють такі види територіальних зон різного функціонального призначення:

- 1) житлові зони;
- 2) суспільно-ділові зони;
- 3) виробничі зони;
- 4) зони інженерної та транспортної інфраструктур;
- 5) рекреаційні зони;
- 6) зони сільськогосподарського використання;
- 7) зони спеціального призначення;
- 8) зони військових об'єктів, інші зони режимного призначення.

Житлові зони призначені для забудови житловими будинками.

У суспільно-ділових зонах розміщуються об'єкти охорони здоров'я, культури, торгівлі, громадського харчування, побутового обслуговування, а також освітні, адміністративні, науково-дослідні установи, стоянки автомобільного транспорту, культові будівлі та інше.

У виробничих зонах розміщуються промислові, комунальні та складські об'єкти.

У зонах інженерної та транспортної інфраструктур розміщуються і функціонують споруди і комунікації автомобільного, залізничного, річкового, повітряного і трубопровідного транспорту, зв'язку, інженерного обладнання.

Рекреаційні зони включають в себе парки, сади, міські ліси, лісопарки, пляжі.

У зонах спеціального призначення розміщуються кладовища, крематорії, скотомогильники, звалища побутових відходів.

Будь-яка територіальна зона може включати в себе території загального користування (площі, вулиці, проїзди, шляхи, набережні, сквери, бульвари, водойми).

На території міських поселень також виділяються зони, використання територій яких для містобудівної діяльності обмежена. До них відносяться:

- зони охорони пам'яток історії та культури, історико-культурних комплексів і об'єктів;
- заповідні зони;
- зони особливо охоронюваних природних територій;

- санітарні, захисні та санітарно-захисні зони (СЗЗ);
- водоохоронні зони та прибережні захисні смуги;
- зони санітарної охорони джерел водопостачання;
- території, схильні до дії надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру;
- зони надзвичайних екологічних ситуацій та екологічного лиха.

Заповідний фонд утворюють національні, дендрологічні і природні парки, ботанічні сади, пам'ятки природи. Заповідні зони, а також природні об'єкти, що мають особливе природоохоронне, наукове, історико-культурне, естетичне, рекреаційне, оздоровче значення, відносяться до особливо охоронюваним природним територіям.

З метою охорони навколишнього середовища на територіях міських поселень створюються зелені зони. Зелені зони міста виконують функції екологічного, санітарно-гігієнічного та рекреаційного призначення. Крім того, зелені зони, розташовані в кварталах і мікрорайонах міських поселень, можуть бути захисними і охоронними зонами, в тому числі об'єктів, що роблять негативний вплив на навколишнє середовище. Сукупність зелених зон становить зелений фонд міських поселень.

СЗЗ встановлюються навколо об'єктів господарської та іншої діяльності. Ці об'єкти зазвичай розташовуються в виробничих зонах, зонах інженерної та транспортної інфраструктури і зонах спеціального призначення. Розмір СЗЗ визначається за необхідне відстанню від об'єктів до територій житлових, громадсько-ділових і рекреаційних зон міста. Це відстань забезпечує припинення шкідливого впливу об'єктів на населення.

Відповідно до *Державних санітарних правил планування і забудови населених пунктів (1996 р.)*, територія населеного пункту з урахуванням переважного функціонального використання поділяється на:

- **сельбищну територію** - для розміщення житлового фонду, громадських будівель та споруд, установ соціального, культурного та побутового призначення, внутрішньосельбищної вулично-дорожньої та транспортної мереж, зелених насаджень та місць громадського користування, окремих комунальних і промислових об'єктів, будівництво яких допускається поблизу житлової забудови;

- **виробничу територію** - для розміщення промислових підприємств і пов'язаних з ними об'єктів, комплексів наукових установ з дослідними виробництвами, комунально-складських об'єктів (баз, складів, гаражів, автопарків, трамвайних, тролейбусних депо і т.ін.), підприємств по виробництву та переробці сільськогосподарських продуктів, створення СЗЗ промислових підприємств, об'єктів зовнішнього транспорту, шляхів позаміського та приміського сполучення;

- **ландшафтно-рекреаційну територію**, що охоплює приміські ліси, лісопарки, лісозахисні смуги, водоймища, зони відпочинку та курортні зони, землі сільськогосподарського використання та інші, які разом з парками, садами, скверами, бульварами сельбищної території формують систему озеленення та оздоровчих зон.

У межах зазначених територій виділяються зони різного функціонального призначення - житлової забудови, громадських центрів, промислові, наукові, науково-виробничі, комунально-складські, зовнішнього транспорту, масового відпочинку, курортні (при наявності лікувальних ресурсів).

В ДержСанПіНі визначені основні вимоги до розміщення і організації цих зон (Додаток А).

1.3 Компонентна декомпозиція міської системи

Міська система являє собою складний об'єкт дослідження, що характеризується наявністю великої кількості підсистем різного ієрархічного рівня, пов'язаних між собою різними типами зв'язків. Це зумовлює необхідність системного підходу у вивченні таких об'єктів, який складається з трьох послідовних етапів.

По-перше, дослідження системи починається з формулювання мети (або їх сукупності). Вивчення внутрішньої суті системи не може бути метою системного аналізу, а скоріше, засобом. Мета має відповідати на питання: «Для чого необхідне системне дослідження того чи іншого об'єкта?». Наприклад, метою системного дослідження промислового підприємства може бути розробка заходів щодо зниження його техногенного навантаження на навколишнє середовище. Виявлення основних екологічних чинників захворюваності населення може бути метою системного аналізу міста.

Наступним етапом системного аналізу є оконтурювання об'єкта дослідження, тобто розглядання його як деякої спільності. Необхідно вирішити, що буде входити в систему, а що залишиться за її межами. Оконтурювання повинно бути речовинним, територіальним та часовим. Якщо в якості прикладу взяти промислове підприємство та мету його системного аналізу, що наведена вище, тоді до складу цієї системи не можуть входити підприємства, що постачають сировину, або магазини, де реалізується виготовлена продукція. Територіальні межі об'єкта дослідження – це територія підприємства та зона його впливу на довкілля, часові межі – будь-який проміжок часу (наприклад, п'ять років). Якщо розглядається міська система з метою вивчення впливу екологічних умов на захворюваність населення, то її межами буде територія конкретного

міста, а розташовані поблизу інші населені пункти не будуть входити у склад системи, що досліджується.

В залежності від мети дослідження можливе розглядання зовнішнього впливу на систему. В нашому прикладі це може бути якість сировини, що постачається для виробництва продукції на досліджуваному підприємстві, або законодавче впровадження нових природоохоронних вимог, що стосуються екологічних аспектів функціонування даного підприємства. У прикладі з міською системою в якості зовнішнього впливу може виступити аварійне забруднення водотоку як джерела водопостачання підприємством, що розташоване у іншому населеному пункті.

Третім етапом системного підходу у вивченні об'єктів є декомпозиція, тобто розділення спільного на складові частини. Найчастіше декомпозиція може бути речовинною та/або територіальною. Наприклад, територіальна декомпозиція підприємства полягає у виділенні території основного виробництва, місць складування відходів, зони впливу тощо. Компонентна декомпозиція полягає у виділенні забруднення атмосфери, водного об'єкту, в який скидаються СВ підприємства, забруднення ґрунтів відходами тощо. Територіальна декомпозиція міської системи полягає у виділенні селітебної, рекреаційної, промислової та інших зон на території міста.

Компоненти можуть розглядатися як щось цілісне і неподільне, але можуть представлятися як складний предмет. Структура або будова - це щось єдине і цілісне, що складається з безлічі взаємозалежних і взаємодіючих частин. Причому взаємозалежні частини можуть бути мікро-, мезо- і макромасштабу. Структури можуть розумітися як просторові, часові і просторово-часові.

Якщо просторовий і часовий масштаб відповідає найбільшим розмірам, розглянутим в екології, то такі найбільші структури прийнято називати комплексами. Тобто комплекс - це складна субстанція, що складається з декількох або багатьох взаємозалежних частин. При порівняльному масштабі поняття комплекс, структура і будова зближуються за змістом.

Комплекси можуть складатися з багатьох компонентів і тоді вони називаються компонентними комплексами. Якщо комплекси складаються з територіальних підсистем, то вони іменуються територіальними комплексами.

Компонентна будова антропогенного ландшафту розглядається в межах одного територіального комплексу, тобто в межах цілісної (неподільної) територіальної одиниці, обмеженої контуром. Компоненти - це матерія або якісно особливі речовини, що відрізняються формою організації або агрегатним станом. Як близькі за змістом до терміна

"компонент" у літературі з ландшафтознавства і географії вживаються такі поняття як вертикальна, ярусна і речовинна будова. За агрегатним станом виділяються тверда, рідка і газоподібна речовина.

Компонентна речовинна будова включає наступні таксономічні одиниці: компонентні комплекси, група компонентів, один компонент, блоки елементів і, нарешті, елементи. В залежності від участі або не участі людини компонентні комплекси поділяються на природні (натуральні) та антропогенні (штучні).

Диференціація компонентних комплексів відбувається в такий спосіб (табл. 1.3). У межах **природних компонентних комплексів** виділяються *абіогенні* (неживі) і *біогенні* (живі) групи компонентів.

Абіогенна (абіотична) група компонентів складається з *літогенного, кліматогенного і гідрогенного компонентів*.

Біотична (біогенна) група компонентів включає *фітогенний (рослинний) компонент і зоогенний (фауногенний) компонент*.

Антропогенні компонентні комплекси поділяються на *соціальні і техногенні*. Соціальну групу компонентів класифікуються по суспільних групах різної чисельності.

Техногенна група компонентів в урбоекології поділяється на *містоутворюючі та місто обслуговуючі компоненти*.

В сучасних умовах основну кількість комплексів техногенної групи зосереджено в містах і селищах. В урбаністиці утворюючі та обслуговуючі групи компонентів називаються, відповідно, містоутворюючими та містообслуговуючими.

Містоутворюючі компоненти – це підприємства або сукупність підприємств, які є причиною розвитку, а іноді і заснування міста. Містоутворюючими компонентами можуть бути також транспортні системи, історичні пам'ятки, навчальні заклади, релігійні споруди тощо. Як містоутворюючі виділяють такі види промисловості: паливно-енергетична (енергетика), металургійна, машинобудування, хімічна, легка та харчова. Паливно-енергетична промисловість включає кисневу енергетику (теплоелектростанції, які спалюють видобуте паливо: вугілля, нафту, газ). Металургійна промисловість включає чорну та кольорову металургію. Машинобудівна промисловість виробляє устаткування, машини, прилади та інструменти виробничого і побутового призначення. Хімічна промисловість виробляє пластмасу, гуму, волокна, барвники, добрива, отрутохімікати та інші матеріали. Нарешті, легка та харчова промисловість виробляє види продукції, призначені для задоволення особистих потреб городян.

Містообслуговуючі компоненти – це установи та підприємства, які здійснюють культурно-побутове обслуговування. Вони включають комунальне господарство, комунікації та соціально-культурні установи.

Комунальне господарство, його іноді називають житлово-комунальне господарство, складається з житлової забудови та систем, які подають в місто речовину та енергію.

Житлова забудова або житло класифікується за видами та способами забудови. Види забудови характеризуються поверховістю будівель та їхніми габаритами. За способами забудови конструкції поділяються на збірні великопанельні, з фундаментами на палях та використанням підземних просторів під гаражі.

Постачальні системи включають енергопостачання, водопостачання та забезпечення побутовими товарами й продуктами харчування. Останні складаються з підприємств торгівлі, включаючи магазини, які продають предмети споживання та побуту, у тому числі й книжкові магазини. Житлово-комунальне господарство поряд з житловою забудовою та постачальними системами включає підприємства по збиранню, похованню та скиду побутових відходів, для збору й транспорту рідких відходів використовується зливово або загальносплавна каналізаційна система. Тверді побутові відходи (ТПВ) збираються і транспортуються за межі міста за допомогою сміттєзбиральної системи. Утилізаційні та сміттєспалювальні заводи, а також полігони й звалища для захоронення і накопичення твердих відходів відносяться до системи санітарної очистки.

Містообслуговуючі компоненти, як зазначалося, поряд з житлово-комунальним господарством включають комунікації як транспортні, так і зв'язку. Шляхи сполучення включають автотранспорт (громадський та індивідуальний), залізничний транспорт, авіа- та водний транспорт. Комунікації включають радіо, телефонний, телевізійний та комп'ютерний зв'язок.

І, нарешті, остання складова містообслуговуючих компонентів – це заклади культури: школи, музеї, бібліотеки

Таблиця 1.3 – Класифікація компонентів і комплексів системи.

Таксономічні категорії	Диференціація компонентів і комплексів системи							
Компонентні комплекси	природні, натуральні, утворюючі середовище					антропогенні		
Групи компонентів	неживі, абіогенні, абіотичні, кісткова речовина			живі, біогенні, біотичні, жива речовина		техногенні		соціальні
Компоненти	літогенний	кліматогенний	гідрогенний	фотогенний, рослинність, фітотоп	зоогенний, тварини, населення, зоотоп	містоутворюючі, промисловість, промисловий комплекс	містообслуговуючі, житлова забудова	суспільство
Блоки елементів (приклад)	гірські породи	повітряні маси	річковий потік	лугова рослинність, фітотоп	ссавці	нафтопереробна промисловість	водопостачання	мала соціальна група
Елементи (приклад)	осадові породи	хмари	зважені намети	лютикові	примати	нафтопереробний завод	полігон для захоронення відходів	люди

1.4 Зміни рельєфу та небезпечні геологічні процеси

Геологічні та інженерно-геологічні процеси, які негативно впливають на території, господарські та промислові об'єкти, життєдіяльність людей, називають **небезпечними геологічними процесами** (НГП).

До *ендогенних НГП* належать землетруси і вулканізм

Під час сильних землетрусів в гіпоцентрі виділяється енергія до 10^{18} Дж, а на поверхні Землі з'являються тріщини до декількох кілометрів в ширину і глибиною до 10 м, провали, які поглинають будівлі і людей. Землетруси часто супроводжуються зсувами, обвалами, повеннями, цунамі. В Україні сейсмічно небезпечними районами є Крим і Карпати.

Землетруси і виверження вулканів, пов'язані з глибинними процесами Землі, - найбільш руйнівні. З початку ХХ століття. внаслідок землетрусів загинуло 1,5 млн. осіб:

- 1906 Сан-Франциско (США) - 1 тис. осіб;
- 1923 Токіо, Йокогама (Японія) – 150 тис. осіб;
- 1948 Ашхабад (СРСР) – 110 тис. осіб;
- 1972 Манагуа (Нікарагуа) – 10 тис. осіб;
- 1988 Спітак, Ленінакан (Вірменія) – 25 тис. осіб;
- 1990 Гилян (Іран) - 50 тис. осіб;
- 2009 Делі (Індія) - 1 тис. осіб;
- 2010 Гаїті – близько 1,5 тис. осіб;
- 2011 Японія – майже 16 тис. осіб.

Перерозподіл мас в геологічному середовищі за рахунок видобутку газу, нафти, підземних вод, створення водосховищ і відвалів гірських порід також підвищують сейсмічність території.

Вулкани можуть виникати в тих же місцях, де і землетрусу. Їх виверження супроводжується величезною кількістю попелу, розсіюється в повітрі. В результаті можливе повне зникнення міста під шаром магми і попелу. Найбільш відоме виверження вулкана Кракатау в Індонезії в 1883 р - зникло 165 сіл. Виверження вулкана Везувію в 79 р. – зникнення міста Помпеї.

На міській території можуть також відбуватися *НГП екзогенного характеру*, у формуванні та інтенсивності яких антропогенний фактор відіграє важливу роль (60-85% зсувів і 80-95% випадків утворення ярів спричинені антропогенною діяльністю).

Зсуви – сповзання і відрив мас гірських порід вниз по схилу під дією сили тяжіння.

В результаті зсувів діють природні і антропогенні фактори, що викликають їх утворення. Природні фактори: ослаблення міцності порід на схилі через надмірну вологість, спричинену дощами, і через вивітрювання, збільшення крутизни схилу в результаті підмиву водою, сейсмічні поштовхи.

Селі – водні потоки, насичені твердим матеріалом, небезпечні у

гірських районах.

Абразія – руйнування берега хвилями в береговій зоні моря, озера, водосховища.

Підтоплення. До підтоплених міських територій відносять такі, на яких рівень ґрунтових вод розташований вище за 2,5 м від відмітки поверхні землі. На території зелених насаджень відповідно до санітарних норм допускається підвищення рівня ґрунтових вод до 1 м від поверхні.

Підтоплення може проявлятися у вигляді: 1) підвищення рівня ґрунтових вод; 2) формування нового, техногенного водоносного горизонту.

Серед основних причин підтоплення: зміна умов поверхневого стоку; «вирівнювання» міської території і засипка природних дренажів (балок, ярів); відсутність, засмічення або перекриття зливової каналізації; витіки з мереж водопроводу та каналізації; баражний ефект, тобто підйом рівнів ґрунтових вод перед перешкодою у потоці і зниження за нею внаслідок перекриття фільтраційного потоку підземних вод (наприклад, тунель метро).

Через зміни поверхневого стоку, дію вітру та відсутність озеленення у містах розвивається **ерозія** (водна та вітрова), внаслідок якої утворюються балки та яри.

Карстоутворення та просідання. Карстоутворення пов'язано з вилуговуванням розчинних гірських порід з утворенням порожнин. Їх утворенню сприяє наявність депресійних лійок і катакомб в районах видобутку корисних копалин. Просади характерні для зон залягання лесових порід.

Прогнози в разі забудови територій, розташованих в зоні небезпечних геологічних процесів, розробляються на основі розвитку геологічної моделі середовища, яка включає комплект карт і розрізів різної специфіки: геологічні, геоморфологічні, гідрогеологічні, інженерно-геологічні. Реалізується прогноз по схемі або за планом заходів щодо захисту території від небезпечних геологічних процесів.

Для збору, аналізу та надання інформації щодо геологічного середовища використовують комп'ютерні технології, об'єднані в географічну інформаційну систему. Крім екологічних аспектів, для планування захисних заходів враховують технологічні та економічні можливості їх реалізації.

Захист від зсувів, обвалів може бути активним і пасивним.

До **активних** видів захисту відносяться інженерні та управлінські рішення.

Інженерні рішення - це:

- 1) зміна рельєфу схилу для підвищення його стійкості;
- 2) регулювання стоку поверхневих вод за допомогою системи поверхневого водовідведення; запобігання інфільтрації води в ґрунт і підстиляють породи, протиерозійні заходи;
- 3) штучне зниження рівня підземних вод;
- 4) агролісомеліорації;
- 5) закріплення пухких і тріщинуватих порід на схилах;
- 6) будівництво споруд, які містять схил.

Управлінські рішення - це:

- 1) встановлення охоронних зон;
- 2) обмеження або заборона руху транспорту і ін.

Пасивний захист:

- 1) пристосування будівель до обтікання їх зсувами;
- 2) облаштування уловлюючих споруд.

Наприклад, до протикарстових заходів належать:

- 1) заповнення карстових порожнин;
- 2) створення штучного водоупора і протифільтраційних завіс, водозниження і регулювання режиму підземних вод;
- 3) організація відведення поверхневого стоку;
- 4) влаштування основ будівель і споруд нижче від зони небезпеки карстових проявів.

Захист від селів - це побудова дамб, каналів, селеспусків, мостів.

Захист від підтоплення - це організація рельєфу, водостоків, дренажів, які на підтоплених територіях часто застосовуються разом з підвищенням відміток території за рахунок штучного насипного або намівного рельєфу.

При розгляді змін рельєфу міської території, слід зазначити, що в цілому відбувається підвищення відміток місцевості за рахунок формування «культурного шару». Під «культурним шаром» розуміють верхні шари землі великих населених пунктів, які несуть на собі відбиток діяльності людини. Накопичення «культурного шару» відбувається за рахунок накопичення сміття, будівельних відходів, захоронення елементів благоустрою (тротуарів, фундаментів, підвалів тощо.), Накопичення пилу і інших причин. Товщина цього шару в Одесі становить 8м, в Москві – 22м, в Єрусалимі – більше 35м.

Іншою особливістю є «вирівнювання» міського рельєфу, тобто вирівнювання відміток земної поверхні: пониження рельєфу збільшують відмітки, а високі форми, як правило, не змінюються, можливе навіть їх зниження за рахунок будівництва та експлуатації житлового сектора, особливо в районах, на яких в минулому велися розробки будівельних матеріалів. Процеси рельєфоутворення на міських територіях («вирівнювання») призводять до зменшення ерозійних і схилових процесів, однак при цьому нерідко відбувається підтоплення територій.

В даний час спостерігається тенденція заглиблення різних міських споруд нижче позначки поверхні землі, що пов'язано з дефіцитом простору на поверхні міста. Підземними спорудами можуть бути об'єкти міської інженерної мережі, транспортні системи, об'єкти торгівлі, окремі виробництва, склади та ін. Глибина освоєного підземного простору досягає 40м і більше.

1.5 Вплив міста на літогенну основу та ґрунтовий покрив

Міста і інші техногенні утворення Землі займають приблизно 2,5-3% суші. Але ця частка постійно зростає. Кожен день в світі вилучається близько

2 тис. га з потреб сільського господарства для різних цілей. Вважають, що через 150 років, при сучасному темпі зростання населення, на кожного жителя планети припадатиме 0,5 га території (зараз ~ 2 га).

Територія - найважливіший фактор розвитку міста не тільки тому, що вона необхідна для його забудови і зростання, а й тому, що без відкритих просторів міста і системи розселення існувати не можуть. Проблема відкритих просторів, як і проблема резервних територій, особливо актуальна в сильно урбанізованих районах і щільно заселених країнах.

Функціонування населених пунктів призводить до зміни фізико-хімічних властивостей порід, яка простежується на глибині до 20-50 м. Антропогенний вплив міста на літогенну основу проявляється в наступному. По-перше, це зміна властивостей порід через порушення гідрогеологічного режиму (підвищення рівня ґрунтових вод → водонасичення порід → зниження міцності). По-друге, зміна складу літогенної основи міських територій за рахунок техногенних відкладів (будівельна діяльність, відходи гірничодобувної промисловості, намівання).

Відбуваються зміни характеристик фізичних полів (статичних, динамічних, температурних, електричних і магнітних полів). Наприклад, зміна напруженості внаслідок статичної (вага споруд) і динамічного навантаження (вібрація, робота метро). Остання в більшій мірі сприяє ущільненню ґрунтів. Порушується температурний режим, причому порушення можуть спостерігатися до глибини 100-150 м. В районі міст виникають геотермічні аномалії (температура 2-6 °C вище фонових значень). Як наслідок, можливо просушування гірських порід зі зміною їх міцності, посилення біокорозії. Відбуваються зміни в промерзанні ґрунтів: збільшення глибини промерзання під асфальтом (25-30 см), і під бетоном (40-50 см); зменшення глибини промерзання під будинками з опаленням і в районі теплотрас. Зміни електричних полів пов'язані з виникненням блукаючих струмів (їх густина в 200 разів більше), основною причиною якого є робота рейкового електротранспорту.

Земля також має величезне споживчу цінність ще й тому, що верхній її горизонт є одним з найважливіших компонентів біосфери - ґрунтом. Ґрунти характеризуються високою концентрацією в них живої речовини і продуктів її життєдіяльності, мають високу хімічну активність. Ґрунтовий шар являє собою величезний планетарний акумулятор, накопичувач і розподільник енергії, утримує в біосфері найважливіші для її функціонування елементи - азот, фосфор, кисень, сірку, калій, кальцій і ін. Через ґрунтові процеси здійснюється процес обміну речовиною і енергією всіх основних компонентів біосфери (літосфера ...) і самою людиною.

Ґрунти в результаті містобудівної і господарської діяльності піддаються деградації, відчуженню, забрудненню. Ґрунти є досить стабільним середовищем, тобто дають можливість охарактеризувати техногенне навантаження за тривалий період. Найважливішим фактором ґрунтоутворення в містах є антропогенний, який проявляється в такому: 1) трансформація ґрунтів при нівелюванні території; 2) хімічне забруднення, в

т.ч. опосередковане; 3) запечатування ґрунтів (покриття асфальтом), в результаті чого припиняється газообмін і міграція речовин.

Деградація міських ґрунтів – це знищення родючого шару ґрунту, часткове або повне руйнування ґрунтового покриву, що супроводжується погіршенням його фізичного і біологічного стану, зниженням родючості. При будівництві будівель, доріг, зведенні комунікацій, після впливу на ґрунти різної техніки відбувається часткове або повне знищення ґрунтового покриву. Змінені, особливо зруйновані ґрунти вимагають відновлення, а іноді і відтворення заново.

До процесів деградації відносяться ерозія ґрунтів – руйнування ґрунтів і винос пухких компонентів ґрунтового матеріалу водою і вітром. Водна ерозія відбувається під впливом поверхневого стоку, дощових і талих вод. Вітрова ерозія (дефляція) являє собою видування дрібнозему з верхніх ґрунтових шарів. Інтенсивність ерозії міських ґрунтів зростає за рахунок забруднення атмосферного повітря, випадання кислотних опадів. Процеси ерозії ґрунтів посилюються під впливом вібраційних полів.

Підтоплення міських територій веде до водонасичення і перезволоження ґрунтового покриву і, як наслідок, до порушення його структури.

До процесів деградації ґрунтів відноситься їх переущільнення. Як правило, ґрунти міста сильно переущільнені з поверхні, в кореневмісному шарі. Ущільнення ґрунтів призводить до зменшення їх пористості, отже, до зменшення вологості і повітропроникності ґрунтів. Від величини пір залежить просування води в ґрунті, водопідйомна здатність і мобільність води. Спостерігається залежність між щільністю ґрунту і водопроникністю. Так, водопроникність природних ґрунтів на 60% вище в порівнянні з середньо витоптаною ділянкою і в 4 рази вище в порівнянні з сильно витоптаною. Середня щільність міських ґрунтів становить $1,4 \dots 1,6 \text{ г/см}^3$. У той час як оптимальна щільність орного горизонту для більшості культурних рослин становить $1,0 \dots 1,2 \text{ г/см}^3$, а межа переущільнення горизонту і переривання розвитку коренів починається з величини $1,4 \text{ г/см}^3$ для суглинних ґрунтів і $1,5 \text{ г/см}^3$ для піщаних. Щільність ґрунту на ущільнених ділянках міста становить $40 \dots 45 \text{ г/см}^3$, тоді як для нормального росту трав ця величина повинна бути в два рази менше. Сильне ущільнення ґрунту веде до створення в кореневмісному шарі умов, близьких до анаеробних, особливо в період тривалих дощів. У таких умовах ускладнюється ріст коренів деревних і трав'янистих рослин і порушується процес їх природного відновлення. В ущільнених ґрунтах маса коренів в $2,5 \dots 3$ рази менше, ніж в неущільнених. Добре охороняє ґрунту від переущільнення лісова підстилка, а також дернина.

Землі відчужуються під житлові будівлі, промислові об'єкти, дороги. Забудовані або заощені землі в великих містах займають до $70 \dots 90\%$ міської території. Запечатані асфальтом, житловими і промисловими будівлями ґрунту практично непроникні для опадів і, в меншій мірі, для повітря. Запечатані ґрунту мають змінені водний, повітряний і тепловий

режими. Для них характерні умови підвищеної вологості, дефіциту кисню, меншого градієнта температури.

Ґрунти, запечатані під будівлями, без природної аерації перезвожуються. Це спричиняє підвищення вологості в підвалах і веде до руйнування фундаментів. В результаті страждає здоров'я жителів нижніх поверхів: спостерігається підвищена вологість приміщень, розвиток патогенної грибкової мікрофлори, боротьба з якою утруднена. Одним із заходів зменшення негативного впливу запечатування ґрунту є створення навколо кожної будівлі буферної зони.

Зайве покриття ґрунту асфальтом в лісопарках, скверах, бульварах і інших аналогічних територіях також несприятливо: коріння, що потрапляють під асфальт, гинуть в анаеробних умовах. Асфальтове покриття практично повністю екранує ґрунти від надходження кисню з атмосферним повітрям. У ґрунти під асфальтом доріг кисень може надходити з межують з нею ділянок. Фіксується прямий зв'язок між кількістю кисню в центрі дороги і її шириною. У ґрунтах асфальтованих територій міста розвиваються специфічні аеробні види мікроорганізмів. Частина ґрунтів міської території відчужується захаращення побутовими та будівельними відходами. При цьому звалища відходів стають джерелами хімічного забруднення ґрунтів, а також атмосферного повітря та ґрунтових вод.

Для міст характерні так звані *техноземи* – ґрунти, створені в процесі рекультивації тих чи інших об'єктів або господарського освоєння ділянок землі.

На території міст ґрунти піддаються **забрудненню**, яке можна поділити на механічне, хімічне та біологічне.

Механічне забруднення полягає в засміченні ґрунтів великоуламковим матеріалом у вигляді будівельного сміття, битого скла, кераміки та інших інертних відходів. Це справляє негативний вплив на механічні властивості ґрунтів.

Хімічне забруднення ґрунтів пов'язано з проникненням в них речовин, що змінюють природну концентрацію хімічних елементів до рівня, що перевищує норму, а також в привнесення в ґрунти не властивих їм елементів, наслідком чого є зміна фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Цей вид їх забруднення є найбільш поширеним, довготривалим і небезпечним.

Особливий інтерес представляє хімічне забруднення ґрунтового покриву міських територій, викликане переходом різних забруднюючих речовин (ЗР) з атмосфери. Як відомо, кожен м² ґрунту поглинає з атмосфери 6 кг забруднюючих його речовин. Поблизу великих промислових підприємств, автомагістралей утворюються техногенні геохімічні аномалії різних екотоксікантов. Така зміна властивостей ґрунтів призвело до зміни складу і розподілу в ґрунтовому шарі представників мезофауни і мікроорганізмів – спостерігається «перевернутий» профіль розподілу, при якому більш густо населені нижні шари ґрунту.

Біологічне забруднення пов'язане з привнесенням в ґрунтове середовище і розмноженням в ньому небезпечних для людини організмів.

Бактеріологічні, гельмінтологічні і ентомологічні показники стану ґрунтів міських територій визначають рівень їх епідеміологічної небезпеки. Ці види забруднення підлягають контролю, перш за все, на території сельбищних і рекреаційних зон. Ґрунти міських територій схильні до забруднення патогенними організмами, яйцями гельмінтів і личинками комах, окремі групи яких можуть обумовлювати виникнення і передачу захворювань різної етіології (кишкові інфекції, гельмінтози, паразитарні захворювання). Велику санітарну небезпеку являють собою збудники кишкової інфекції, що потрапляють в ґрунт з фекальними масами. У фекальних осадах можуть міститися також представники патогенної мікрофлори – збудники тифу, дизентерії, туберкульозу, поліомієліту та ін. Швидкість загибелі в ґрунті різних мікроорганізмів неоднакова. Деякі хвороботворні бактерії можуть тривалий час зберігатися і навіть розмножуватися в ґрунтах. До них відносяться збудники правця, газової гангрени, сибірської виразки, ботулізму та ін. мікроби. Ґрунти здатні звільнятися від бактерій. Навіть при дуже сильному бактеріальному забрудненні самоочищення ґрунтів відбувається протягом декількох місяців. Істотну роль в цьому процесі відіграє тип ґрунтів і ступінь їх забруднення. Ґрунт є хорошим антисептиком, знищуючи патогенні мікроорганізми, розкладаючи органічні залишки і продукти метаболізму живих організмів. Однак насичення ґрунтів забруднювальними речовинами має межу, в межах якої вони можуть функціонувати. Перевищення цієї межі призводить до розвитку патології ґрунтів.

Наслідком змін, що відбуваються з ґрунтами у місті, є зниження їх родючості, а також їх здатності до самовідтворення.

Розглянемо більш детально процеси хімічного забруднення ґрунтів. Забруднення ґрунтів в результаті антропогенної діяльності призводить до зміни їх хімічного складу і погіршення якості, викликає цілий ряд негативних наслідків аж до втрати здатності до біопродуктивності і самоочищення. ЗР надходять до ґрунтів міст в результаті руйнування і будівництва будівель, викидів транспорту, металургійних, нафтопереробних і хімічних підприємств, енергетичних станцій, зливу СВ, застосування протижеледних хімікатів.

Найбільш небезпечні компоненти техногенного забруднення ґрунтів - важкі метали: ртуть, свинець, кадмій, цинк, мідь і ін. Важкі метали надходять в ґрунти в основному з повітря, залучаються до біологічного кругообігу, передаються по ланцюгах харчування і зумовлюють цілий ряд негативних наслідків для здоров'я людини. Важкі метали блокують протягом багатьох біохімічних реакцій, зменшують швидкість розкладання органічних речовин в ґрунті. Тільки водорозчинні рухомі форми металів здатні переходити в водний розчин ґрунту і йти за межі ґрунтового профілю в ґрунтові води. В даний час для багатьох великих населених пунктів створюють картосхеми забруднення земель важкими металами.

Протижеледні солі: хлориди кальцію, натрію та ін., якими посипають тротуари і дороги взимку, потрапляють до ґрунтів з поверхневими стоками і дренажними водами. З присутністю цих солей зв'язується підвищена

лужність середовища кореневого шару міських ґрунтів.

Іншою причиною лужності міських ґрунтів вважають вивільнення сполук кальцію з відходів будівництва (бетонної крихти, цементного пилю, будівельного сміття, уламків цегли) під дією кислотних атмосферних опадів. Висока лужність ґрунту може зробити її непридатною для росту рослин.

Забруднення ґрунтів природним газом в місцях його витоку з міських комунікацій викликає зміна газового складу ґрунтів. Це може призводити до всихання дерев і чагарників, а також викликати активний розвиток груп анаеробних мікроорганізмів. Мікроорганізми беруть участь в окисленні природного газу, вживаючи кисень і продукуючи вуглекислий газ. Область впливу витоку газу залежить від інтенсивності останнього і може мати радіус до 20 м.

Забруднення ґрунтів супроводжується поширенням його забруднювачів в інших середовищах: повітрі і воді. Шкідливі речовини ґрунту переходять в рослини.

Основна екологічна функція міських ґрунтів – очищення міського середовища від **забруднення** її шкідливими речовинами. Ця функція пов'язана з поглинаючими, адсорбційними та біологічними функціями ґрунтів. Ґрунти ефективно вилучають, перетворюють і нейтралізують різні забруднення. Ґрунти міста поглинають шкідливі газоподібні речовини, в тому числі від автотранспорту, ТЕЦ, промислових підприємств, і регулюють склад атмосферного повітря. Пряма участь ґрунту в перетворенні складу повітря визначається тим, що в ньому живуть мікроорганізми, які беруть участь в реакціях мікробіологічного окислення газів.

Ґрунти є хорошим біогеохімічним бар'єром для більшості токсичних сполук (важких металів, пестицидів, нафтопродуктів та ін.) на шляху їх міграції з атмосферного повітря міста в ґрунтові води і водні об'єкти. Через ґрунти поверхневі СВ потрапляють в ґрунтові води, водойми і водотоки. При цьому ґрунти відіграють роль очисного фільтра.

Однією з основних вимог до ґрунтів міста є забезпечення оптимальних умов зростання зелених рослин. До факторів, що визначають родючість ґрунтів, слід віднести достатнє забезпечення їх поживними речовинами, значення водневого показника, щільність ґрунтів, а також рівень забруднення важкими металами, вуглеводнями та іншими токсичними речовинами.

Проблема твердих відходів. Виробнича і побутова діяльність людини неминуче призводить до утворення твердих відходів. Якщо газоподібні та рідкі відходи порівняно швидко поглинаються природним середовищем, то асиміляція (засвоєння і використання організмом необхідних для його розвитку речовин, що надходять в нього з навколишнього середовища) твердих відходів може тривати десятки і сотні років. Поводження з відходами у місті є задачею системи санітарного очищення.

Санітарна очистка території населених пунктів – комплекс планувальних, організаційних, санітарно-технічних і господарських заходів зі збирання, зберігання, перевезення, оброблення, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення побутових відходів, включаючи небезпечні

відходи у їх складі, а також прибирання об'єктів благоустрою з метою запобігання негативного впливу на здоров'я людей.

Відходи поділяються на:

- Побутові, що утворюються в результаті життєдіяльності людей і предметів побуту;
- Промислові, що утворюються в результаті виробництва продукту або виконання робіт, під час яких вони втратили свої споживчі якості;
- Сільськогосподарські, які утворилися в сільськогосподарському виробництві;
- Будівельні (відходи в процесі будівництва будівель та споруд, виробництва будівельних матеріалів);
- Споживання (вироби і машини, що втратили свої споживчі властивості в результаті фізичного та морального зносу).

Масштаби утворення сміття з часів утворення людських поселень виросли в сотні разів. За своїм складом ТПВ містять макулатуру (30-45%), чорні і кольорові метали (2-5%), харчові відходи (35-40%), пластмасу, скло, текстиль. Зараз на Землі щорічно утворюється 1 млрд т сміття. Значне місце в побутовому смітті належить синтетичним відходам. На кожного жителя Землі припадає близько 20 т сміття, з урахуванням промислових відходів. Зберігання сміття на непристосованих звалищах здатне викликати небезпеку забруднення вод в межах міських агломерацій.

Серйозну екологічну небезпеку становлять тверді промислові відходи, обсяги яких в кілька разів перевищують обсяги ТПВ.

Деякі галузі промисловості (енергетична, гірничорудна, хімічна, чорна металургія і т.д.) більшу частину сировини, що переробляється, скидають у відходи.

Зростають звалища, полігони, хвостосховища (сучасна ТЕС, збагачувальні фабрики та інші джерела забруднення). Промислові відходи небезпечні не тільки тим, що вони займають багато місця, але і перш за все тим, що можуть самозапалюватися, що містять отруйні речовини і солі важких металів, які вимиваються опадами, вивітрюються, забруднюючи воду, ґрунт, повітряний басейн.

З кількох десятків мільярдів тонн накопичених твердих відходів в Україні побутове сміття становить 2-3% загальної маси, але шкода від нього дуже велика. Причиною є різноманітність його складу, хімічна шкідливість забруднюючих речовин ґрунт і підземні води.

Завершення терміну експлуатації (застосування з користю) сміття у великих містах і міських агломераціях - надзвичайно важлива народногосподарська проблема. Найбільше застосовуються компостування, спалювання і піроліз ТПВ.

Компостування - найпростіший спосіб знешкодження і переробки твердих побутових відходів. Це аеробний біологічний процес з виділенням тепла під впливом термофільних мікроорганізмів, які окислюють органічну речовину. Наприклад, з 30 т компосту, вивезеного на 1 га сільськогосподарських угідь, можна отримати до 0,5 т азоту, фосфору і

калію, а також 1 т вапняку. Особливо ефективно компостування в тих районах, де вміст органічних речовин у смітті значень і потреба в добривах.

Спалювання сміття набуло великого поширення в останні десятиліття. Перевага процесу полягає в можливості використовувати сміття як енергетичну сировину. В середньому з 1 т твердих відходів можна отримати 1000 кг пару і 150 кВт електроенергії. До недоліків методу слід віднести утворення великої кількості пилу і шлаку, а також значне забруднення атмосфери.

Найбільш ефективним є піроліз твердих побутових відходів, що включає дроблення і висушування сміття, видалення всіх неорганічних фракцій, нагрів маси до 485 ° С без доступу повітря. З 1 т органічної маси видобувається 160 л штучної низькосірчистої нафти, 70 кг вугілля, горючі гази. Однак такі заводи досить дорогі і ефективні в дуже великих містах.

Утилізація твердих відходів промисловості здійснюється в основному в двох напрямках:

- Використання відходів в якості сировини в інших галузях промисловості (наприклад, у виробництві будматеріалів)
- Включення їх в технологічний процес (маловідходне виробництво).

У різних частинах планети широко розповсюджена проблема геохімічних аномалій, ґрунтових зон, що характеризуються недостатністю або надмірністю вмісту тих чи інших елементів. Відомі також і хвороби людського організму, породжені цими аномаліями. Причинами цього є великі масштаби накопичення і заготівля технологія переробки металів. Корозія, стирання, розсіювання в атмосфері тих чи інших елементів можуть призвести до виникнення надзвичайно небезпечних зон забруднення (ртуть з ртутних комбінатів, свинець, виділяється з автомобільних двигунів, мідь і цинк в промислових відходах, стоки з рудників і збагачувальних фабрик).

1.6 Водні об'єкти міста: зміни гідрологічного режиму, види користування, забруднення

Вода входить до складу всіх живих організмів, вона є розчинником і переносником поживних речовин, учасником біохімічних процесів, регулятором теплообміну з навколишнім середовищем. Вода - один з найважливіших компонентів регулювання клімату планети і забезпечення господарської та промислової діяльності людей.

Структура водоспоживання в межах міста.

Найбільше води (до 70%) споживає сільське господарство, особливо зрошуване землеробство.

На даний момент витрати споживаної води в промисловості визначаються водотоннажністю виробництва, яка розраховується в кубічних метрах води на одну тонну продукції (м³/т): сталі – 15-20, синтетичного волокна – 500, міді – 500, пластмас – 500-1000, синтетичного каучуку – 2000-3000. Середній хімічний комбінат витрачає 1-2 млн. м³ води на добу.

Для нормальної життєдіяльності людини щодоби необхідно близько 400 л води. Питоме водоспоживання в містах більш в селах і залежить від ступеня благоустрою (наявність водопроводу, каналізації, центрального водяного опалення, побутової техніки тощо). Так, питоме водоспоживання для деяких міст становить, л/добу: Нью-Йорк – 600, Париж – 500, Москва – 400, Київ – 300, Лондон – 263. Для міста з населенням понад 3 млн. мешканців добові витрати води складають близько 2 млн. м³, а річні – близько 1 млрд. м³. При цьому використовується вода досить високої якості, визначається вимогами споживача.

Міські поселення виникали на берегах річок і озер, які і були джерелами водопостачання, а також зручним транспортним засобом. Одночасно річки використовувалися для видалення відходів життєдіяльності людей і домашніх тварин, що приводило до забруднення водойм і виникнення різних інфекційних захворювань.

З ростом благоустрою міст розташовані в межах міста водні об'єкти все більше набувають важливого архітектурно-планувального, рекреаційного та естетичного значення.

До водних об'єктів в межах міста відносяться водотоки, водойми, підземні води. Водотоки – це річки, дивани, струмки; водойми – це озера, водосховища, ставки. Гирлова область річки, що впадає в море безрукавний руслом, називається естуарієм або лиманом. Міські канали – штучні водотоки, які прокладаються для судноплавства, перекидання стоку рік або для запобігання повеней. Русло каналу влаштовується з залізобетону або каменю, в окремих місцях канал поміщається в трубу.

Підземні води – це води, які знаходяться під поверхнею землі в зоні аерації і насичення при прямому контакті з родючими ґрунтами і підґрунтями. Підземні води підрозділяються на водоносні горизонти і комплекси, утворюючи в просторі басейни і родовища. Підземні води, що впливають на поверхню, називаються струмками (джерелами).

Як уже зазначалося, водні об'єкти в межах міської зони служать містоутворюючим фактором.

Антропогенний вплив на водні об'єкти міста. Важливий фактор, що впливає на гідросферу – енергетика. Робота ГЕС пов'язана зі споживанням великих об'ємів води, використовуваної для охолодження обладнання. Скидання таких вод після їх використання без попереднього очищення призводить до небезпечного забруднення водних об'єктів продуктами згоряння палива, кислотами, солями, органічними і неорганічними речовинами, зміни теплового і сольового балансу вод і викликає негативні зміни у водному середовищі.

Істотний внесок у забруднення гідросфери справляє і транспорт. Перше місце в цьому належить автомобілям. Процес забруднення вод відбувається за рахунок поверхневого стоку з міських територій, забрудненого нафтопродуктами, маслами, гумовим і асфальтовим пилом і т.д. Ризик погіршення якості підземних вод внаслідок роботи транспорту може бути постійним через витіки палива, розлив нафтопродуктів, транспортні аварії та

стихийні лиха. Забруднення відбувається також внаслідок просочення бензину з ємностей, корозії обладнання, розливу під час заправки автомобілів і ін.

Залізничний транспорт (мийка), повітряний транспорт (витоки палива, зліт і посадка), водний транспорт (промивка, скиди зі швидкісних суден) істотно впливають на стан гідросфери; небезпека для гідросфери при експлуатації трубопровідного транспорту визначається прихованим порушенням трубопроводів при перетині ними водних перешкод.

Велику небезпеку завжди створювало і бактеріальне забруднення поверхневих вод, що призводило до масових спалахів епідемій. Однак прогрес санітарії та гігієни висунув на перше місце промислове забруднення водного басейну. У виробничих стоках з кожним роком збільшується кількість отруйних домішок металів і металоїдів, речовин, що біологічно не розкладаються. Необхідно також враховувати, що є речовини, які суттєво збільшують свою токсичність, поєднуючись з іншими ЗР.

Слід згадати також явище евтрофікації водойм, що призводить до їх повторного забруднення. Суть такого явища полягає в стрімкому зростанні маси найпростіших водоростей за рахунок потрапляння у водойми СВ, що містять значну кількість фосфору і нітратів. Гинучи, такі водорості поглинають з води вільний кисень, викликають порушення нормального проходження біологічних процесів.

Забруднення поверхневих і підземних вод завдає великих збитків економіці багатьох країн, як внаслідок втрат в рибному господарстві, непомірно високих витрат на водоочисні роботи, на захист від корозії частин підводних конструкцій і гідравлічних агрегатів, так і за рахунок підвищення захворюваності населення, що користується водою недостатньо високої якості.

Розвиток промисловості і комунального господарства привів до того, що забрудненість природних водотоків в межах системи розселення і міських агломерацій підвищилася в десятки разів.

Взаємодія гідросфери та міських структур в сучасних умовах призвели до таких наслідків:

- поверхневий стік з міських територій становить 10-15% господарсько-побутових стоків. Цей вид СВ особливо забруднений, тому що містить ще й забруднення, що поглинаються з атмосферного повітря. Необхідна величина біохімічного споживання кисню (БСК) складає 30-40 мг/дм³, а в деяких випадках, наприклад, навесні досягає 100-200 мг/дм³;

- у будь-якій системі розселення або місті існують сотні джерел забруднення водного басейну, що в значній мірі ускладнює загальну картину;

- водне середовище переносить забруднення на значні відстані, а каскадне забруднення зберігає високі рівні забруднення річок в межах розселення;

- з ростом інтенсивності забруднення річок різко зростають і зворотні реакції гідросфери. Це проявляється в різкому зниженні якості поверхневих, а в ряді випадків і підземних вод, причому втрата якості не завжди

відбувається поступово, цей процес може розвиватися стрибкоподібно.

Підземні води забруднюються, як правило, значно менше. Основними джерелами забруднення підземних і ґрунтових вод є втрати в каналізаційній системі і звалища. Води, що стікають зі звалищ, забруднені хімічно і бактеріально в 10 разів сильніше, ніж звичайні господарські стоки. Зона впливу великих звалищ на підґрунтові горизонти становить 3-5 км. Особливу роль в забрудненні підземних вод відіграють також нафта і нафтопродукти (нафта закупорює пори ґрунтового покриву і фільтраційного пояса ґрунтів, роблячи їх непридатними, незначна її кількість (1/1 000 000 частина) може зробити воду непридатною для пиття; таке забруднення може тривати десятиліттями). Взаємозв'язки розселення з гідросферою в значній мірі визначаються здатністю останньої до самоочищення. Це складні процеси біологічного обміну речовин, при яких діють різні фізичні, хімічні та біологічні фактори. Більшість цих процесів пов'язана з життєдіяльністю мікроорганізмів. Враховувати процеси самоочищення води важливо не тільки з економічних міркувань, а й виходячи з загальноекологічних цінностей, оскільки активний процес самоочищення свідчить про зростання споживання кисню і, отже, про високу життєву здатність водойми.

Кількісні зміни, що відбуваються з водними об'єктами в межах міста – це скорочення гідрографічної мережі, яке проявляється в зникненні найбільш дрібних річок. Наприклад, в Києві річка Либідь по всій довжині тепер протікає в бетонному колекторі, а річка Нивка перетворена в ланцюжок ставків. По-друге, відбуваються зміни у витраті води в річках. Річний стік з урбанізованої території може на 10% і більше перевищувати стік з природних водозборів. Максимальні витрати води в річках збільшуються, а мінімальній – зменшуються, що пов'язано з більш високими коефіцієнтами стоку з міської території і меншим поповненням ґрунтових вод як джерела живлення річок. По-третє, змінюється морфологія русел річок, обумовлена створенням різних гідротехнічних споруд, випрямлення русел, зміцнення берегів та ін. При створенні ставків і водойм відбувається накопичення наносів.

Стосовно підземних вод, то на міських територіях можливе як підвищення їх рівня, так і пониження. Зниження рівня ґрунтових вод може відбуватися внаслідок виснаження запасів підземних вод. Якщо водопостачання міст здійснюється за рахунок підземних вод і характеризується тривалим потужним водозабором, можливо їх зниження до глибини 5-10 і навіть до 70 м з появою депресійних воронко радіусом до 20 км і більше. Щільна забудова сприяє зниженню рівня ґрунтових вод в межах міста на 2-4 м. Наслідками пониження рівня ґрунтових вод є: обміління колодязів, зниження величини меженного стоку, осідання і деформації земної поверхні, інтрузія – явище, що спостерігається на приморських територіях і полягає у перетіканні солоних вод у водоносні горизонти.

В умовах міста поряд зі зниженням можливо і зворотне явище – підвищення рівня підземних вод з формуванням купола підтоплення. Збільшення відміток рівня відбувається при надмірному живленні підземних

вод. Основні причини: витoki з міського трубопроводу і каналізації (в окремих випадках можуть становити 10% і більше від витрат на водопостачання); можлива фільтрація з накопичувачів СВ, зі звалищ ТПВ при випаданні на їх поверхню опадів; порушення гідрогеологічних умов в районах великих водосховищ (інфільтрація).

1.7 Зміна кліматичних характеристик та забруднення повітряного басейну міста

Мікроклімат міста. У місті формуються особливі мікрокліматичні умови. Мікроклімат міста - це клімат приземного шару повітря окремих ділянок міської території. Приземної шар повітря займає повітряний простір двометрової висоти над рівнем землі.

На формування мікроклімату міста, крім природних умов, впливають умови, створювані міською забудовою, а також функціонуванням автотранспорту, теплоелектростанцій, промислових та інших підприємств. Міська забудова змінює природний рельєф: збільшує шорсткість підстильної поверхні (наприклад, формує улоговинні умови на тлі рівнинного рельєфу), включає безліч вертикальних поверхонь, створює пересічену місцевість. Крім того, теплофізичні властивості (теплоємність і відбивна здатність) елементів міської забудови (стін будівель, дахів, доріг, мостових) відрізняються від теплофізичних властивостей елементів природного оточення. Ґрунти міста приховані під будівлями і дорожніми (асфальтовими) покриттями. У природних умовах частина вологи йде до ґрунту. У місті значна частина опадів не потрапляє в них. Стоки міських опадів відводяться в зливову або міську каналізацію. При роботі автотранспорту, опаленні міста, функціонуванні підприємств в атмосферне повітря надходять потоки тепла, викидаються газоподібні ЗР, рідкі та тверді зважені частинки.

Перераховані особливості міської території визначають фактори формування мікроклімату міста:

- зміна рельєфу, зумовлена міською забудовою;
- відмінність теплофізичних властивостей поверхонь елементів міської забудови і природного оточення;
- відмінність в альбедо підстильних поверхонь території міста і околиць;
- штучні потоки тепла;
- забруднення повітря;
- зниження випаровування через асфальтові покриття і зарегульованість стоку атмосферних опадів;
- різке зменшення площі поверхні з рослинним покривом і природним ґрунтом і ін.

Ці фактори впливають на мікроклімат міста одночасно, але їх вклад в різні пори року і в різних кліматичних умовах дуже різний. Вони викликають зміну природного радіаційного балансу, умов тепло-і масообміну, порушення

природного кругообігу вологи.

Радіаційний режим мікроклімату міста. У результаті забруднення атмосферного повітря твердими і рідкими зваженими частинками (аерозолями) відбувається зменшення його прозорості. Тому частина сонячної радіації не проникає на територію міста. Залежно від ступеня забруднення повітря, пори року і доби спостерігається зниження її інтенсивності до 20%.

У містобудуванні вирішальну роль відіграє пряма сонячна радіація, яка оцінюється інсоляційним режимом. Інсоляційний режим – режим опромінення міських територій і приміщень будівель прямими сонячними променями. Інсоляцію міської забудови зменшують хмарність та забруднення атмосферного повітря. Сонячне опромінення необхідно для життя. Воно надає оздоровчу і позитивний психологічний вплив на людину. Тривалість інсоляції регламентується санітарними нормами і відповідними пунктами ДержСанПіНу. Норми інсоляції залежать від кліматичної зони розміщення міської території. Відповідно до норм, на територіях ігрових майданчиків, спортивних майданчиків житлових будинків, групових майданчиків дошкільних установ, спортивних зон, зон відпочинку загальноосвітніх шкіл та шкіл-інтернатів; зони відпочинку лікувально-профілактичних установ стаціонарного типу тривалість інсоляції повинна становити не менше 3 годин на 50% площі ділянки, незалежно від географічної широти.

Температурний режим мікроклімату міста. Температура повітря у великому місті в порівнянні з його околицями вище на 1 ... 4 градуси, іноді ця різниця досягає 8 градусів.

Підвищення температури пояснюється нагріванням елементів забудови за рахунок поглинання ними сонячної радіації і відбиттям радіації міськими поверхнями, а також зменшенням ефективного випромінювання тепла над містом. Величина відбитої радіації залежить від нахилу і орієнтації поверхонь, а також від альbedo будівельних і дорожніх матеріалів. При цьому може відбуватися взаємне опромінення елементів забудови, а поблизу інсолюємих поверхонь міського оточення може значно зрости температура повітря. Через забруднення атмосферного повітря, а також неоднорідностей підстильної поверхні, зумовлених забудовою, послаблюється ефективно випромінювання над містом і, відповідно, зменшується його нічне охолодження. Крім того, на випаровування вологи асфальтовим покриттям і іншими міськими поверхнями витрачається значно менше енергії, в порівнянні з енергією, необхідною для випаровування вологи рослинним покривом. Тому в приземному шарі повітря міської території, за рахунок малого витрати енергії на випаровування вологи, залишається значно більше тепла в порівнянні з територією околиць.

Додаткове надходження тепла в атмосферне повітря відбувається при спалюванні палива. Теплові викиди транспортних засобів, промислових і енергетичних підприємств можуть викликати локальне підвищення температури повітря над окремими ділянками території міської забудови –

транспортною магістраллю, промисловою зоною, ТЕЦ. Підвищення температури повітря всередині міста в порівнянні з температурою навколишнього місцевості призводить до утворення так званого «острова тепла» над містом – області підвищеної температури повітря, яка має вигляд купола. Розмір «острова тепла» та інші його показники залежать від метеорологічних умов і особливостей міста.

Вітер. У містах спостерігається ослаблення швидкості вітру (на 30-40%), особливо поблизу земної поверхні, обумовлене міською забудовою. Часта повторюваність штильових швидкостей сприяє формуванню застійних явищ. Однак невдале планування може збільшувати швидкість вітру: наприклад, між двома високими будинками швидкість вітру може зростати, створюючи ефект «аеродинамічної труби». Напрямок вітрів часто буває від меж міста до центру.

Вологість повітря. Відносна вологість повітря в місті на 2-8% нижче. Причиною зменшення відносної вологості є велика площа штучної поверхні, яка акумулює радіацію, а не опади, і висушує повітря.

Опади і тумани. Для міст характерно збільшення повторюваності димок і туманів в містах, зумовлене забрудненням повітря. Токсичність продуктів взаємодії ЗР з вологою повітря різко зростає в порівнянні з токсичністю вихідних речовин. Відзначається збільшення кількості опадів на 10-15%, що пов'язано зі збільшенням кількості гігроскопічних частинок; «островом тепла» (підсилює вертикальні переміщення повітря) і нестійкістю нижніх шарів атмосфери; ефектом перепони, пов'язаним з аеродинамічною шорсткістю урбанізованої території. Хмарність на 5-10% вища, ніж у сільській місцевості.

Повітряний басейн міст стає не тільки середовищем існування людини, але і своєрідним «звалищем» відходів життєдіяльності. Емісія промислових викидів від стаціонарних та пересувних джерел характеризується як потужний потік різних ЗР: як природних складових атмосферного повітря (SO_2 , CO , NO_x та інших), так і речовин принципово нової, чужої живому, природи – ксенобіотиків. Середній рівень забруднення на 1-2 порядки вище, ніж у сільській місцевості. Рівень забруднення безпосередньо пов'язаний з кількістю населення і структурою промислового комплексу.

Забруднення атмосфери міста речовинами антропогенного походження має виражений тижневий цикл: у вихідні дні концентрація ЗР на 30% нижча, ніж в робочі. Найбільш високі показники спостерігаються в понеділок і п'ятницю, що пояснюється масовим припливом людей в місто і відтоком з нього.

1.8 Склад, структура і різноманіття міських насаджень. Міська біота

1.8.1 Рослинний світ міських територій

Зелені насадження - це деревна, чагарникова, квіткова та трав'яна рослинність природного і штучного походження на визначеній території населеного пункту.

Рослини у місті виконують різні функції, зокрема, екологічні:

- рослини – єдині автотрофи в УЕС, вони споживають вуглекислий газ (1 га зелених насаджень споживає за 1 годину 8 кг CO₂, тобто стільки, скільки виділяють при диханні 200 осіб) – відхід життєдіяльності людини – і виробляють кисень, життєво необхідний людині . 1 га лісу в сонячний день поглинає 220-280 кг CO₂ і виробляє 180-220 кг O₂;

- очищають атмосферне повітря від різних ЗР (тобто мають фільтрувальні і газозахисні властивості. Одне доросле дерево поглинає в рік стільки відпрацьованих газів автотранспорту, скільки виділяється одним автомобілем за 25 тис. км пробігу), ефективно поглинають шум (до 1/3 звукової енергії) і насичують повітря фітонцидами, сприяють його іонізації;

- створюють мікроклімат в місті, комфортні температурні умови і вологість;

- є «осередками природи» в місті і сприяють збереженню біорізноманіття;

- формують ґрунтовий покрив;

- сприяють перерозподілу стоку (знижують поверхневий стік).

Санітарно-гігієнічні функції зелених насаджень у місті:

- пиловловлююча: забруднений повітряний потік зустрічає на своєму шляху зелені насадження, зменшує швидкість, завдяки чому 60-70% пилу під впливом сили тяжіння осідає на деревах і чагарниках, далі з опадами пил змивається на землю;

- газозахисна: частина газів поглинається рослинами, тверді частини аерозолів осідають на листях, крім того, зелені насадження розбивають потік забрудненого повітря, який проходить крізь них, на кілька потоків різної спрямованості, відповідно зменшуючи концентрацію ЗР;

- вітрозахисна;

- шумозахисна;

- насичення повітря киснем;

- насичення повітря фітонцидами – речовинами, які здатні вбивати шкідливі для людини хвороботворні бактерії і гальмувати їх розвиток;

- насичення повітря легкими іонами;

- підвищення вологості повітря;

- регулювання теплового режиму в містах;

- поліпшення радіаційної ситуації в містах;

- сприяння утворенню повітряних потоків: при наявності на околицях

великих масивів зелених насаджень завдяки різниці температур утворюються повітряні потоки: з міста йде тепле повітря, а на його місце приходить прохолодне із зеленої зони. Відстань, на яке пройде цей повітря, залежить від щільності забудови.

Декоративно-планувальні функції зелених насаджень:

- ландшафтоутворююча (зміцнення ґрунтів, зменшення поверхневого стоку, надання естетичного вигляду урбанізованої території, поліпшення психоемоційного стану людини);

- планувальна (розподільча). Структурно-планувальні або розмежувальні функції зелених насаджень реалізуються при розділі доріг з різною направленістю руху. Функції обгородження виконуються також живими огорожами. Для організації простору та оздоблення громадських будівель також використовуються рослини, особливо виткі та декоративні, при цьому реалізуються архітектурно-маскувальні функції рослин;

- рекреаційна. Наприклад, дубові алеї корисні при серцево-судинних захворюваннях. Соснові ліси показані хворим з пошкодженням дихальних шляхів.

Зелені насадження в місті виконують також соціальні, історико-культурні, економічні та містобудівні функції.

Для реалізації перерахованих різноманітних та досить тонких функцій використовуються спеціальні принципи підбору рослин: екологічний, біоценотичний та декоративний.

Екологічний принцип підбору рослин направлений на гармонійне сполучення флори з кліматичними, гідрологічними й ґрунтовими особливостями ландшафту.

Підбір рослин біоценотичним способом передбачає взаємний сприятливий вплив рослин одна на одну.

І, нарешті, при декоративному принципі підбору рослин беруть до уваги емоційний вплив рослинності на людину. Вид рослинності може людей збуджувати, але може й заспокоювати, налаштовувати, скажімо, на ліричний лад. При цьому враховуються розміри, форма, фактура, забарвлення стовбурів, кори, квітів, листя й крони в цілому. Наприклад, пірамідальна форма крони, спрямована вгору, збуджує, а овальна зі спадаючими, як у верби, гілками та виткими стовбурами чи з такими, що стеляться, навпаки заспокоюють.

Коли підбирають дерева за формою листя, то враховують оригінальність форми. Дуже ефектно виглядають роздроблені форми листя кленів, акацій, шовковиці чи катальпи. За величиною листя розрізняють дерева з дуже великим листям, наприклад, грецький горіх, з листям середньої величини (інжир, каштан, платан), з дрібним листям (вільха, горобина, софора) і, нарешті, з дуже дрібним листям (біла акація, верба). Якщо рослини підбирають за забарвленням, то враховують строки осіннього в'янення, цвітіння, плодоношення дерев і кущів. Прогулянкові доріжки облямовують рослинами з гарними, великими квітами, наприклад, магнолія. У глибині саду часто розташовують рослини з рясним цвітінням такі, як яблуня, вишня,

бузок. Часто рослини підбирають за фенофазами з раннім та пізнім розпусканням листя навесні, зі стабільним та мінливим забарвленням та опаданням листя восени.

За характером використання розрізняють:

зелені насадження загального користування – зелені насадження, які розташовані на території загальноміських і районних парків, спеціалізованих парків, парків культури і відпочинку; на територіях зоопарків та ботанічних садів, міських садів і садів житлових районів, міжквартальних або при групі житлових будинків; скверів, бульварів, насадження на схилах, набережних, лісопарків, лугопарків, гідропарків і інших, які мають вільний доступ для відпочинку;

зелені насадження обмеженого користування – насадження на територіях громадських і житлових будинків, шкіл, дитячих установ, вищих та середніх спеціальних навчальних закладів, профтехучилищ, закладів охорони здоров'я, культурно-освітніх і спортивно-оздоровчих закладів, санаторіїв, промислових підприємств і складських зон та інші;

зелені насадження спеціального призначення – насадження транспортних магістралей і вулиць; на ділянках СЗЗ зон навколо промислових підприємств; виставок, кладовищ і крематоріїв, ліній електропередач високої напруги; лісомеліорації, водоохоронні, вітрозахисні, протиерозійні, насадження розсадників, квітникарських господарств, придорожні насадження в межах населених пунктів.

Правовим обґрунтуванням для оцінки рівня озеленення міста, а також створення зелених насаджень і забезпечення відповідного нагляду за ними є «Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України», затверджених наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України № 105 від 10.04.2006.

До показників забезпеченості міст зеленими насадженнями відносяться: рівень озеленення, площа внутрішньоміських озелених територій, забезпеченість населення озеленими територіями, кількість і величина парків і т.д.

Зміни, що відбуваються в рослинному світі урбанізованих територій. Зростання і розвиток міст супроводжується зміною рослинного світу урбанізованих територій в результаті прямого і непрямого впливу людини. Прямий вплив полягає в безпосередньому знищенні об'єктів рослинного покриву міських і приміських зон. Непрямий вплив - в зміні умов проживання, що проявляється в деградації ґрунтового покриву і забрудненні атмосферного повітря. Додатковим фактором негативного впливу є рекреаційне навантаження.

Зміни в рослинному світі міських територій полягають в наступному:

1) У межах міських систем зменшується чисельність рослин, скорочуються займані ними площі і число «зелених зон».

2) Зміна видового складу фітоценозів: як загальне скорочення чисельності видів, та і зникнення старих і поява нових видів унаслідок зміни умов проживання та умисного введення нових видів.

3) Зміна властивостей зелених насаджень:

а) зниження тривалості життя. Якщо у природному лісі тривалість життя в'яза – 350 років, то в парку вона складає приблизно 130 років, а на бульварі – всього 40 років. Відповідні цифри для липи: 300, 125 та 50 років, а для ясеня – 250, 60 і 40 років;

б) зниження швидкості самовідновлення;

в) збільшення захворюваності рослин.

Олександр Дерібас, характеризуючи територію нинішньої Одеси, писав: “неприваблива місцевість, яка круто обривається до моря, без найменшої рослинності”. Сьогодні Одеса – досить зелене місто, а приморські схили просто втопають у зелені. Відповідно до росту чисельності деревної рослинності суттєво змінюється її видове розмаїття. Причому в різних містах воно може як зростати, так і скорочуватись.

Так в Одесі сьогодні з 800 видів деревної рослинності аборигенами є всього лише 10: липа й каштан на Соборній площі, горіх та виткі рослини (дикий виноград, плющ, хміль) на площі Толбухіна та проспекті Шевченка, катальпа на вулиці Катериненській, софора японська (з сімейства бобових) на площі біля Оперного театру, клен, дуб, верба, горобина, ялини, сосни, шовковиця – все це завезені, культивовані види. Навіть “біла акація-робінія (псевдоакація), яка давно стала символом Одеси – виходець з Америки.

1.8.2. Тваринний світ міських територій

Тваринний світ після створення міста характеризується найбільшими порушеннями. Зміни включають:

1) практично повне зникнення природних популяцій;

2) майже повне порушення природних трофічних ланцюгів та інших видів зв'язків;

3) зміну чисельності;

4) різку трансформацію видової різноманітності.

Трансформація видів переважно відбувається за рахунок ліквідації попередніх та пристосування нових видів: численних свійських та паразитичних тварин. Проте в деяких містах відмічається збереження до 50-100 видів птахів, 8-10 видів ссавців і велика кількість комах.

В цілому тварини в місті можуть бути поділені на дві групи. Перші тварини суттєво менші за кількістю – реліктові, тобто тварини, які первісно існували на території, де було створене місто. І друга група тварин у місті – це прийдешні, адвентивні – завезені, перенесені ззовні.

Реліктові тварини на території міста зберігаються найчастіше у водостоках (наприклад, планктон, іхтіофауна) та в ґрунті. Зберігаються також деякі дрібні та рухливі тварини (наприклад, білки), птахи й комахи.

Прийдешні поділяються на синантропів та несинантропів. Останні включають епілітних тварин, що селяться у скелях, в катакомбах, у виступах будівель, та троглобіонти, які мешкають в норах, печерах, підвалах. До епілітних відносяться, наприклад, голуби, сапсани, кажани, горобці, стрижі. У німецькому місті Гамбурзі, наприклад, живе 150-200 тисяч голубів.

Адвентивні види, в основному, синантропні.

Термін «синантроп» походить від двох грецьких слів: *syn* - разом і *anthropos* - людина. **Синантропізація** міської фауни полягає в сумісному проживанні деяких видів тварин з людиною в нових умовах проживання, пов'язаних з людською життєдіяльністю.

Форми синантропії:

1) За ступенем залежності від людини:

а) облігатна – вид поселяється виключно в антропогенних умовах. Ніде не визначено і, напевно, вже неможливо їх існування в природних біотопах. У хребетних ця форма синантропії відсутня. Вона властива специфічним паразитам людини (наприклад, головним вошам) і деяким членистоногим – мешканцям її помешкань (наприклад, постільний клоп, рудий тарган).

б) факультативна – оптимальні умови для виду створюються в антропогенних умовах, однак вид може створювати популяції і за антропоценозами.

2) За поширеністю:

а) справжня (або переважна синантропія) – завдяки людині, область поширення виду значно перевищує вихідний ареал. У зоні екологічного оптимуму вид населяє антропогенні і природні біотопи, однак в разі настання несприятливих умов вид мігрує в антропоценози. Види: домові миша, сірий і чорний щури, домовий горобець, рудий тарган;

б) географічно обмежена – види охоче поселяються в антропоценозах, але лише в межах свого ареалу проживання (сіра ворона);

в) екологічно обмежена – види не можуть жити в житловій забудові, але можуть оселятися в сільських будинках і спорудах (полівки);

г) хибна – внаслідок спалаху чисельності популяції виду в природних умовах частина особин витісняється в антропоценози.

3) За часом прояву:

а) безперервна – весь життєвий цикл виду проходить в антропоценозах;

б) періодична – вид перебуває в антропоценозі певний час, наприклад, під час зимівлі (наприклад, міська ластівка);

в) часткова – вид перебуває в антропоценозі тільки на певній стадії життєвого циклу (наприклад, харчування диких тварин на звалищах).

Найбільш широко представлені в містах синантропи, які живуть поблизу людей. Виділяються *часткові* та *суворі* синантропи. Прикладом часткових синантропів є ворони, чайки, лебеді, що мешкають поруч з людьми і використовують для годівлі звалища. До суворих синантропів відносяться паразити (клопи, таргани, міль) та свійські тварини.

В передмістях, у селищах міського типу переважає свійська худоба: корови, коні, кози, качки, кури, ондатри. У середніх та великих містах суворі синантропи в основному представлені ссавцями (коти, собаки, морські свинки, білі миші), птахами та акваріумними рибками, рідше – черепахами. У Берліні, наприклад, наприкінці вісімдесятих проживало сорок тисяч собак та шістьдесят тисяч котів.

Не дивлячись на удавану простоту регулювання кількості тварин у місті,

проблеми ці досить складні. З одного боку собаки, кішки, білі миші, морські свинки, папуги, рибки, що утримуються в квартирах – це об’єкт любові, турботи, співчуття не тільки дорослих, а й дітей. З іншого боку, тварини в місті – це не тільки паразитолого-гігієнічні проблеми, але й проблеми безпеки. Екскременти тварин – джерело захворювань і навіть епідемій. Багато тварин є переносниками хвороб. Наприклад, голуби переносять віруси інфекційного захворювання людини орнітоз, яке супроводжується головними та м’язовими болями. Однією з мір боротьби з птахами, в тому числі з воронами, які не так давно заповнювали дерева на вулиці Пушкінській в Одесі, стала трансляція по гучномовцю записаних криків небезпеки.

Пацюки також є потенційними переносниками захворювань. І боротьба з ними не завжди виявляється простою. Коли у французьких містах було оголошено премію за хвости вбитих пацюків, їх почали розводити. Відомо, що у столиці Індії Делі корови – священні. Вони спокійно бродять центральними вулицями, ускладнюючи рух та породжуючи гігієнічні проблеми. Бродячих корів вивозять за місто. Потім вони знов з’являються на тих самих вулицях. Спонтанне розмноження собак в містах України призводить до формування напівдиких зграй, які небезпечні не тільки для дітей, а й для дорослих. Правильне та відповідальне утримання тварин, диференційне оподаткування, примусове регулювання кількості – все це зовсім не прості питання як з економічної, так і з соціальної точок зору. Погляди на ці питання лікаря-кінолога та жалісливих бабусь відрізняються діаметрально. Тому необхідна регламентація умов утримання домашніх тварин, виховання толерантного ставлення до «братів наших менших».

1.9 Вимоги до якості міського середовища

Повітря, води і ґрунти в місті піддаються негативному впливу господарської та іншої діяльності. В результаті цього фізичні, хімічні та біологічні показники їх якості погіршуються і можуть сильно відрізнятися від відповідних показників для компонентів природних екологічних систем. Погана якість навколишнього середовища створює загрозу здоров’ю людини, тварин, рослин і негативно впливає на всі об’єкти міської екосистеми.

Регламентація якості навколишнього середовища і впливу на неї господарської та іншої діяльності здійснюється за допомогою нормування. Нормування в області охорони навколишнього середовища полягає у встановленні нормативів якості навколишнього середовища і нормативів допустимих впливу на неї.

Нормативи якості навколишнього середовища (рис. 1.2) – це нормативи, які встановлені відповідно до фізичними, хімічними, біологічними та іншими показниками для оцінки стану навколишнього середовища і при дотриманні яких забезпечується сприятливе навколишнє середовище. До нормативів якості навколишнього середовища відносяться нормативи граничних допустимих концентрацій (ГДК) хімічних речовин і мікроорганізмів. Нормативи ГДК хімічних, інших речовин і мікроорганізмів

це нормативи, які встановлені відповідно до показників гранично допустимого вмісту хімічних речовин, в тому числі радіоактивних, інших речовин і мікроорганізмів у навколишньому середовищі і недотримання яких може призвести до забруднення навколишнього середовища, деградації природних екологічних систем.

До нормативів біологічних показників стану навколишнього середовища відносяться види і групи рослин, тварин та інших організмів, що використовуються як індикатори якості навколишнього середовища.

Нормативами фізичних показників стану навколишнього середовища є показники рівнів допустимих впливів фізичних факторів, в тому числі показників рівнів радіоактивності і тепла.

При дотриманні всієї сукупності нормативів довкілля є сприятливою і забезпечує стає функціонування природних і природно-антропогенних об'єктів. Це означає, що природні складові навколишнього середовища виконують функції самовідновлення і самоочищення. При антропогенному впливі зміна стану навколишнього середовища може відбуватися в допустимих межах, але при цьому стійке функціонування природних екосистем не порушується. Цим забезпечується сприятливий стан навколишнього середовища для життєдіяльності людини, а також для проживання інших організмів. При встановленні нормативів якості навколишнього середовища повинні враховуватися природні особливості територій і акваторій, призначення природних і природно-антропогенних об'єктів.

В даний час для регламентації якості навколишнього середовища міста використовуються санітарно-гігієнічні нормативи. Санітарно-гігієнічним нормативом ГДК – це найбільша концентрація шкідливої речовини в середовищі (повітрі, воді, ґрунті, продуктах харчування), яка при більш-менш тривалій дії на організм – контакті, вдиханні, вживанні – не впливає на здоров'я і не викликає несприятливих наслідків у потомства.



Рисунок 1.4 – Схема нормативів в області охорони навколишнього середовища

Залежно від тривалості дії шкідливої речовини, чутливості організму, умов його життєдіяльності та ін. обставин розрізняють:

ГДКр.з. – гранично допустима концентрація хімічної речовини в повітрі робочої зони, мг/м^3 . Це концентрація, яка при 41 годинному робочому тижні не повинна викликати захворювання або відхилення в стані здоров'я протягом усього робочого стажу або у віддалені строки життя теперішнього і наступних поколінь. Робочою зоною вважається простір заввишки до 2 м над рівнем підлоги або майданчика, на якій розташовані місця постійного або тимчасового перебування працюючих.

ГДКс.д. – гранично допустима середньодобова концентрація хімічної речовини в повітрі населених місць, мг/м^3 . Ця концентрація не повинна справляти на людину прямого або непрямого впливу при невизначеній тривалості вдихання.

ГДКмр – гранично допустима максимальна разова концентрація хімічної речовини в повітрі населених місць. Концентрація ЗР, що не викликає при вдиханні протягом 20-30 хвилин рефлекторних реакцій в організмі людини.

ГДКв. – гранично допустима концентрація речовини у воді водойми, мг/дм^3 . Ця концентрація не повинна надавати прямого або непрямого впливу на організм людини протягом усього його життя і на здоров'я наступних поколінь і не повинна погіршувати гігієнічні умови водокористування.

ГДКв.р. - гранично допустима концентрація речовини у воді водойми, що використовується для рибогосподарських цілей, мг/дм^3 .

ПДКп. - гранично допустима концентрація речовини в орному шарі ґрунту, мг/кг . Ця концентрація не повинна викликати прямого чи непрямого негативного впливу на дотичні з ґрунтом середовища і здоров'я людини, а також на самоочищаються здатність ґрунту.

ПДКпр. - гранично допустима концентрація (допустима залишкова кількість) хімічної сполуки в продуктах харчування, мг / л .

Одні і ті ж концентрації шкідливих речовин по-різному діють на організми в різних середовищах: повітрі, воді та ґрунті. Тому ГДК шкідливих речовин в різних середовищах можуть сильно відрізнятися. Існують кілька тисяч ГДК індивідуальних шкідливих речовин.

Рівні допустимого впливу фізичних факторів на навколишнє середовище регламентуються діючими гігієнічними нормативами. До них відносяться, наприклад, гранично допустимі рівні (ГДР) електромагнітного випромінювання, допустимі рівні звуку та ін.

Нормативи допустимого антропогенного навантаження на навколишнє середовище встановлюються для суб'єктів господарської та іншої діяльності з метою оцінки і регулювання впливу на навколишнє середовище всіх стаціонарних, пересувних і інших джерел, розташованих в межах конкретних територій і (або) акваторій. Нормативи встановлюються по кожному виду впливу господарської або іншої діяльності і за сукупним впливу всіх джерел. Норматив допустимого антропогенного навантаження – це така величина антропогенного впливу на конкретну територію, яка повинна гарантувати

збереження сприятливого навколишнього середовища і забезпечення екологічної безпеки.

Встановлення нормативів допустимого антропогенного навантаження на навколишнє середовище дуже складна і трудомістка задача. Наприклад, якщо норматив визначається по впливу на навколишнє середовище маси ЗР, необхідно вивчити закономірності їх розповсюдження, трансформації, деструкції, біоаккумуляції, трофічних обертань, а також переходу з одного середовища в інше.

Виходячи з нормативів допустимого антропогенного навантаження на навколишнє середовище і нормативів якості навколишнього середовища, встановлюються нормативи допустимих викидів і скидів речовин і мікроорганізмів для кожного окремого джерела забруднення - стаціонарного або пересувного.

Нормативами викидів і скидів речовин і мікроорганізмів, що діють в даний час, є гранично допустимі викиди (ГДВ) і гранично допустимі скиди (ГДС). Вони встановлюються розрахунковим шляхом з урахуванням технологічних нормативів і фоновому забрудненню навколишнього середовища. Кінцева мета встановлення нормативів ГДВ – забезпечення концентрацій шкідливих речовин і мікроорганізмів в атмосферному повітрі, що не перевищують нормативи якості атмосферного повітря. Кінцева мета встановлення нормативів ГДС – забезпечення такої концентрації шкідливих речовин у водному об'єкті, яка не перевищує значень ГДК.

У разі, якщо фактичні викиди і скиди шкідливих речовин і мікроорганізмів перевищують нормативи ГДВ і ГДС, встановлюються ліміти на викиди і скиди. Ліміти на викиди і скиди ЗР і мікроорганізмів - це обмеження викидів і скидів ЗР і мікроорганізмів в навколишнє середовище, встановлені на основі дозволів, що діють тільки в період проведення заходів з охорони навколишнього середовища, в тому числі впровадження найкращих існуючих технологій. Ліміти встановлюються з метою поетапного досягнення нормативів допустимих викидів і скидів речовин і мікроорганізмів.

Нормативи допустимих фізичних впливів встановлені відповідно до рівнів допустимого впливу фізичних факторів на навколишнє середовище, при дотриманні яких забезпечуються нормативи якості навколишнього середовища. Допустиме фізичний вплив визначається за кількістю тепла, рівню шуму, вібрації, іонізуючого випромінювання, напруженості електричних полів. Нормативи допустимих фізичних впливів на навколишнє середовище визначаються для кожного джерела, виходячи з нормативів допустимого антропогенного навантаження на навколишнє середовище, нормативів якості НПС з урахуванням впливу інших джерел фізичних впливів. В даний час ці нормативи встановлюються, в основному, для фізичного впливу на атмосферне повітря і визначаються розрахунковим шляхом для кожного джерела. В основі розрахунків лежить дотримання рівня допустимого впливу фізичних факторів на довкілля за межами СЗЗ джерела шкідливого впливу.

До нормативів допустимого впливу на навколишнє середовище відносяться також нормативи утворення відходів виробництва та споживання і ліміти на їх розміщення.

Нормативи допустимого вилучення компонентів природного середовища установлені відповідно до обмежень обсягу їх вилучення з метою збереження природних і природно-антропогенних об'єктів, забезпечення сталого функціонування природних екологічних систем і запобігання їх деградації. Ці нормативи встановлюються відповідно до законодавства про надра, земельних, водних, лісових законодавством, законодавством про тваринний світ і іншим законодавством в галузі охорони навколишнього середовища.

1.10 Організація екологічного моніторингу на міських територіях

Екологічний моніторинг - це система спостережень, збору, обробки, передачі, зберігання і аналізу інформації про стан навколишнього природного середовища, прогнозування його змін і розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття ефективних управлінських рішень.

В межах міської території ведуться спостереження за:

- якістю атмосферного повітря і джерелами його забруднення;
- рівнем впливу шкідливих фізичних і біологічних факторів;
- гідрологічними і гідрохімічними характеристиками водних об'єктів;
- якістю води джерел централізованого та нецентралізованого питного водопостачання;
- за скиданням СВ у міську каналізацію і поверхневі водні об'єкти, впливом скидання СВ на стан водних об'єктів;
- рівнем ґрунтових вод;
- станом зелених насаджень в місті і в зеленій зоні навколо міської межі;
- санітарним станом дворів, вулиць, площ та інших міських територій.

В результаті спостережень за забрудненням повітряного басейну контролюється дотримання нормативів ГДВ промисловими підприємствами, а також відповідність складу атмосферного повітря на зовнішній межі СЗЗ і в житлових кварталах нормативам ГДК.

Контроль за вмістом токсичних речовин у відпрацьованих газах автотранспорту та інших транспортних засобів здійснюють спеціально створені організації, що мають відповідну ліцензію. Організаційну та правову допомогу цим організаціям надає державтоінспекція.

Спостереження за джерелами шкідливих фізичних і біологічних впливів здійснюють міські та районні СЕС з використанням маршрутних постів. Вимірюються рівні шуму, радіації, напруженість електромагнітних полів, інтенсивність вібрації та інших видів фізичних впливів. Результати вимірювань порівнюються з нормативами допустимих рівнів впливу фізичних факторів.

Контроль впливу біологічних факторів на міське середовище, яке пов'язане в основному з роботою підприємств з виробництва білково-вітамінних препаратів, лікарських засобів, дріжджів та інших продуктів біотехнологій, здійснюють міські та районні СЕС. Контролюється дотримання нормативів граничних викидів в атмосферне повітря біологічно активних речовин і штамів мікроорганізмів.

Вимірювання гідрологічних і гідрохімічних параметрів міських річок виробляють гідрометричні пости, розташовані в районі верхнього і нижнього за течією створів міської межі.

Аналіз запасів і складу підземних вод, спостереження за джерелами їх можливого забруднення здійснюють місцеві органи геологічного нагляду. З цією метою створюється мережа спостережних свердловин для відбору проб на гідрохімічний аналіз. Контроль якості підземних вод, використовуваних для питного водопостачання, здійснюють СЕС.

Спостереження за станом і режимом морських вод в приморських містах здійснюють місцеві підрозділи управління гідрометеорології. Контроль санітарного стану пляжів і морського середовища, використовуваної для рекреації і в лікувально-оздоровчих цілях, ведуть міські і районні СЕС. Вони також здійснюють спостереження за можливими джерелами забруднення морського середовища в місцях використання її населенням.

Контроль якості води міських річок і водойм в місцях їх рекреаційного використання населенням здійснюють міські та районні СЕС. Санітарні служби контролюють також якість води в джерелах централізованого і нецентралізованого питного водопостачання, а також відповідність якості води у водопровідній мережі стандарту на питну воду. Ці ж параметри в порядку самоконтролю постійно вимірюють підприємства, що забезпечують централізоване господарсько-питне водопостачання міста.

В межах міської території все СВ, а також поверхневий стік (талі, дощові і поливально-мийні води) повинні направлятися в міську каналізаційну мережу і після очищення відводитися в поверхневі водні об'єкти за межі міста.

Контроль за скиданням виробничих СВ в каналізацію веде міська служба водовідведення відповідно до встановлених лімітів. Ця ж служба в порядку самоконтролю визначає ефективність роботи загальноміських очисних споруд та дотримання встановлених ГДС очищених СВ.

Промислові підприємства ведуть самоконтроль за роботою власних локальних очисних споруд і визначають склад СВ, що скидаються ними в міську каналізацію або у водні об'єкти.

Екологічні інспекції, СЕС в порядку державного контролю здійснюють перевірки роботи очисних споруд, складу скидаються у водні об'єкти СВ і визначають вплив скидів на стан водних об'єктів - приймачів СВ.

Спостереження за виникненням і рівнем підтоплення міської території організовує місцева служба комунального господарства. Вона ж організовує роботи щодо запобігання та ліквідації наслідків цього явища.

Спостереження за станом зелених насаджень в містах, ступенем

пошкодження їх ентомошкідниками і в результаті фітозахворювань також організовує міська комунальна служба.

У зелених зонах навколо міст спостереження за ступенем пошкодження насаджень токсичними викидами, ентомошкідниками, в результаті фітозахворювань, під впливом рекреаційного навантаження, через зміну гідрологічного режиму, посухи здійснює служба лісової охорони. Вона ж здійснює комплекс протипожежних заходів в зеленій зоні, включаючи систему спостереження та оповіщення.

Контроль за санітарним станом міської території здійснюють міські та районні СЕС.

Система спостережень за станом навколишнього природного середовища, що функціонує в нормально поточному режимі, має назву загальний (стандартний) моніторинг. Отримана від нього інформація дає можливість на основі оцінки і прогнозування стану навколишнього природного середовища регулярно розробляти пропозиції для прийняття управлінських рішень.

При виникненні аварій із серйозними екологічними наслідками, в місцях підвищеного екологічного ризику і в інших подібних випадках вводиться в дію оперативний (кризовий) екологічний моніторинг. У районі виникнення кризової ситуації організовуються спостереження на цільовій мережі пунктів за певними показниками з максимально можливою частотою. Отримана інформація забезпечує можливість оперативного реагування та прийняття рішень з метою обмеження та ліквідації наслідків кризових ситуацій і створення безпечних умов для життя і здоров'я населення.

Координацію робіт організацій, провідних спостереження за станом навколишнього природного середовища, здійснюють органи екологічної безпеки.

Метрологічне забезпечення вимірювань в системі екологічного моніторингу здійснюють організації Держстандарту України. Держстандарт спільно з Міністерством екології та природних ресурсів України, іншими міністерствами і відомствами України, які беруть участь у функціонуванні екологічного моніторингу, забезпечує уніфікацію методик спостереження і лабораторних аналізів, сприяє оптимізації мережі спостережень і вдосконалення приладової бази.

Накопичення, оброблення, узагальнення і аналіз інформації про стан навколишнього природного середовища та джерела впливу на неї ведуть органи екологічної безпеки та місцеві організації Державного комітету України по статистиці.

На основі конкретної інформації про екологічну обстановку місцеві органи влади із залученням науково-дослідних організацій та інших творчих колективів організують розроблення прогнозів зміни стану навколишнього природного середовища або окремих її складових з метою підготовки та реалізації необхідних попереджувальних і компенсаційних заходів.

За результатами роботи екологічного моніторингу Міністерство екології та природних ресурсів України щорічно готує та видає Національна доповідь

про стан навколишнього природного середовища України, а Державний комітет по статистиці – Статистичний збірник "Охорона навколишнього природного середовища та використання природних ресурсів України", де міститься також інформація про екологічну обстановку в містах України.

1.11 Управління якістю урбанізованого довкілля

Основні методи управління якістю навколишнього середовища:

- попереджувальні (адміністративно-правові);

Серед адміністративно-контрольних інструментів управління якістю навколишнього середовища виділяють:

1. Екологічні стандарти і нормативи;
2. Екологічне і природно-ресурсне законодавство
3. Екологічний моніторинг
4. Ліцензування господарської діяльності
5. Екологічна сертифікація
6. Екологічне маркування
7. Оцінку впливу на навколишнє середовище (ОВНС) та екологічну експертизу проектів
8. Екологічний аудит

Основними законодавчими актами, спрямованими на забезпечення екологічної безпеки, є:

«Закон України про охорону навколишнього природного середовища»;
«Закон України про охорону атмосферного повітря»;
«Водний кодекс України»;
«Земельний кодекс України»;
«Кодекс України про надра»;
«Лісовий кодекс України».

Поліпшення екологічного стану населених пунктів і зниження негативного впливу процесів урбанізації на ОПВ є одними із завдань проекту «Концепції сталого розвитку населених пунктів» (Постанова Верховної Ради України № 1359-XIV від 24 грудня 1999 г.) і «Концепції національної екологічної політики України на період до 2020 року» (Розпорядження Кабінету Міністрів України № 880-р від 17 листопада 2007 року).

Міжнародно-правові акти:

Декларація ООН «Про міста і інших населених пунктах в новому тисячолітті» (прийнята 9 червня 2001 г.),

«Містобудівною хартії Співдружності Незалежних Держав» (прийнята 4 червня 1999 г.).

Одним з ключових стандартів є ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» (1996 р.)

- примусові (економічні).

1. Платежі за користування природними ресурсами

2. Платежі за забруднення навколишнього середовища
3. Страхування екологічних ризиків
4. Купівля-продаж прав на забруднення навколишнього середовища

- інформаційні (екологічний моніторинг);

Серед методів управління якістю навколишнього середовища важливе місце займають інформаційні методи, до яких, перш за все, відноситься моніторинг навколишнього середовища. Особливістю екологічної інформаційної системи міської території повинна бути її інформаційна відкритість різним користувачам, включаючи і громадськість. Інформаційну основу цієї системи становлять бази даних, сформовані на основі екологічного моніторингу.

Організація системи управління

Управління екологічною безпекою міста здійснюють:

а) місцеві органи влади (обл-, міськ- і райради, а також їх виконавчі і розпорядчі органи);

б) спеціально уповноважені державні органи:

- органи з охорони НПС і використання природних ресурсів (обласні управління екології та природних ресурсів, екологічні інспекції) - Мінприроди України;

- міські та районні СЕС – МОЗ України;

- органи по використанню і охороні водних ресурсів Державного агентства водних ресурсів України;

- органи по використанню і охороні земельних ресурсів Державного агентства земельних ресурсів України;

- підрозділи Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, Міністерства з надзвичайних ситуацій України.

Місцеві органи влади:

- дають згоду на розміщення на підвідомчій території підприємств і організацій;

- затверджують проекти планування і забудови ;

- розробляють екологічні програми;

- організовують збір, переробку, утилізацію і захоронення промислових і побутових відходів;

- встановлювати розмір податку на землю, плати за спеціальне використання природних ресурсів;

- здійснення контролю за дотриманням природоохоронного законодавства;

- організація роботи по ліквідації екологічних наслідків аварій та стихійних лих і т.д.

Для реалізації цих функцій створюються відділи екології при міськвиконкомах.

Спеціально уповноважені державні органи:

- здійснюють управління і контроль за використанням та охороною

атмосферного повітря, водних об'єктів, земель, надр, лісів;

- видають дозвіл на спеціальне використання природних ресурсів;
- встановлюють ліміти і дають дозвіл на викиди ЗР в атмосферу, скиди СВ і розміщення відходів;
- обмежують або припиняють діяльність підприємств і організацій в разі порушення природоохоронного законодавства.

Для реалізації цих функцій в містах створюються управління і відділи спеціально уповноважених державних органів у сфері природокористування.

1.12 Екологічні проблеми міст України

Україна належить до числа індустріально-аграрних країн. Частка важкої промисловості складала до недавнього часу 60 % валового внутрішнього продукту країни, що істотно вище, ніж в західноєвропейських країнах, де цей показник складає приблизно 35 %. Саме підприємства важкої промисловості формують основне техногенне навантаження на навколишнє природне середовище. Значна частина промислових підприємств (понад 80 %) розташована в містах та селищах міського типу. Тут проживає біля 70 % населення країни. В Україні налічується 436 міст та 925 селищ міського типу. За статистикою до 90 % газоподібних, рідких та твердих відходів утворюються в містах та біля 10 % – у сільській місцевості.

Для багатьох міст України характерна складна екологічна обстановка, обумовлена наявністю і концентрацією підприємств чорної та кольорової металургії, теплоенергетики, хімії та нафтохімії, гірничодобувної промисловості, цементних заводів. Такі міста є безперечними лідерами щодо забруднення повітря. Серед них Дніпродзержинськ, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Константинівка, Кривий Ріг, Маріуполь.

У великих містах з інтенсивними транспортними потоками вміст у повітрі канцерогенних речовин типу бензопірена в 2–3 рази, а в центрах чорної металургії приблизно в 12 раз вищий, ніж в невеликих містах або сільській місцевості.

Другою не менш небезпечною екологічною проблемою міст є стан каналізаційного господарства та очистка СВ.

Практично в усіх містах України каналізаційні системи потребують заміни або капітального ремонту. Часті прориви каналізаційних колекторів є постійними джерелами небезпечного забруднення міського середовища, а іноді приводять до спалаху інфекційних захворювань.

В переважній більшості міст України споруди з очистки загальноміських СВ перевантажені. Виняток становлять, можливо, лише Київ та Харків. У багатьох містах існуючі потужності очисних споруд в декілька разів нижчі, ніж потрібно. Приблизно половина міських СВ скидаються у водні об'єкти недостатньо очищеними, із них близько 15 % – взагалі без очищення. Без усякої очистки скидається до 70 % промислових СВ.

Однією із складних екологічних проблем для більшості міст України є захоронення виробничих та побутових відходів, причому складність

проблеми пропорційна чисельності населення та промислового потенціалу міста. В металургії та теплоенергетиці для складування відходів використовується до 40 % території підприємства. Ландшафти, обумовлені наявністю кар'єрів, розрізів та інших місць добування корисних копалин, а також місць складування промислових та побутових відходів у вигляді відвалів, хвостосховищ, шламонакопичувачів, териконів, звалищ, формують зони техногенного спустошення, площа яких до кінця XX століття склала біля 8 % від загальної території України.

Забруднення ґрунтів в містах пов'язане головним чином з викидами автотранспорту та промислових підприємств. Забруднювальні речовини осідають або вимиваються атмосферними осадками із повітряного басейну в радіусі до 5 км від стаціонарного джерела викиду. Основними джерелами забруднення ґрунтового покриву стали теплові електростанції, підприємства кольорової та чорної металургії.

До основних екологічних проблем міст України відносять:

1. Забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами міста
2. Забруднення атмосферного повітря автотранспортом. Висока інтенсивність руху і завантаженість вулиць
3. Погіршення екологічного і санітарного стану водних об'єктів в межах міської території
4. Неякісна питна води міста
5. Аварійні ситуації систем водопостачання та водовідведення
6. Забруднення ґрунтів міста
7. Недостатнє озеленення території міста
8. Незадовільний санітарний стан території. Візуальне «забруднення» міського ландшафту
9. Неефективне поводження з твердими побутовими відходами
10. Зниження рекреаційного потенціалу приміських територій
11. Розміщення поблизу міста особливо небезпечних виробництв
12. Небезпечні геологічні процеси (зсуви, підтоплення території, абразія, просідання, ерозія). Антропогенне перетворення рельєфу (терикони, насипи і т.д.)
13. Шумове забруднення, викликане роботою транспорту або промислових підприємств
14. Проблема бродячих тварин і небезпечних для людини синантропів
15. Якість продуктів харчування і екологічність матеріалів.

Київ. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря (до 70 %) є автомобільний транспорт. Негативний вплив на стан атмосферного повітря чинить розташований порівняно неподалік від центральної частини міста аеропорт «Жуляни», що становить також джерело підвищеного шумового впливу. Різкий негативний вплив на загальну екологічну обстановку міста та прилеглих територій спричинила катастрофа на Чорнобильській АЕС, яка розташована на відстані 80 км від північної околиці міста. Середній радіоактивний фон становить близько 18 мкР/год,

забрудненість території цезієм-137 — від 1 до 3 Кі/км². Найбільш забруднені північна та північно-східна частину міста.

Харків. Важливою екологічною проблемою, як зрештою і для всіх великих міст, є розміщення побутових і виробничих відходів. Існуючі звалища давно переповнені. Із збільшенням відстані вивозу відходів все частіше проводиться їх викидання з автомобілів у несанкціонованих місцях. Забруднюються узбіччя доріг, береги річок, галявини лісів. Спроба вирішити проблему утилізації побутових відходів шляхом створення мережі сміттєспалювальних заводів (10-12 в різних частинах міста) виявилась невдалою. Побудований в 80-х роках ХХ ст. експериментальний сміттєспалювальний завод з 2001 р. закритий. Проблема охорони атмосферного повітря є для Харкова також достатньо гострою. У більшості підприємств, зосереджених в кількох промислових зонах міста, відсутні СЗЗ. Підприємства розташовуються в безпосередній близькості від жилих кварталів.

Дніпро. Над ним постійно нависає смог, що формується викидами двох потужних металургійних, двох трубопрокатних, коксохімічного, шинного та лакофарбного заводів, а також великих машинобудівних підприємств. Підприємства Дніпра скидають у р. Дніпро значний об'єм неочищених та недостатньо очищених СВ. Серйозні екологічні проблеми виникають у Дніпрі в зв'язку з утилізацією та складуванням відходів металургійного, шинного, коксохімічного та хімічного виробництв. Частина побутових відходів утилізувалася на сміттєспалювальному заводі, який наразі не працює. У Дніпрі спостерігаються небезпечні геологічні процеси, пов'язані з наявністю лесових товщ та розвитком техногенного підтоплення. Особливо ці процеси проявляються на правобережжі. Площа підтоплення складає до 20% міської території, що створює передумови розвитку просадок у лесових породах та зсувів, приводить до деформації та руйнування будівель.

Запоріжжя. Над ним, як і над Донецьком та Дніпром, постійно нависає темно-фіолетовий серпанок смогу, що формується викидами промислових підприємств, сконцентрованих на порівняно невеликому просторі. Розвиток Запоріжжя відбувався таким чином, що великі промислові підприємства опинялись в безпосередній близькості від жилої забудови. Багато жилих будинків знаходяться в межах СЗЗ промпідприємств. Підприємства Запоріжжя скидають у Дніпро велику кількість неочищених та недостатньо очищених СВ. Загальноміські очисні споруди перевантажені. На промислових майданчиках нагромадилася велика кількість відходів у вигляді мулу з високою концентрацією токсичних речовин. Наявність Дніпровського водосховища в межах міста створює для Запоріжжя специфічні екологічні проблеми, пов'язані з підтопленням прилеглих територій. Ці проблеми характерні для всіх міст, розташованих уздовж берегів водосховищ. Підтоплення території, зумовлене фільтрацією води в прилеглу до водосховища територію, порушує стійкість будівель та споруд, затоплює та руйнує підземні комунікації, може спричинити зсувні явища. Наявність на території Запоріжжя лесових товщ потужністю до 20 м сприяє в умовах

техногенного підтоплення зсувоутворенню та розвитку просадок земної поверхні до 1,5-2 м.

Одеса. Забруднення морського середовища відбувається в основному в результаті скиду в море неочищених та недостатньо очищених СВ прибережних міст і в тому числі Одеси, а також забрудненого поверхневого стоку з міської території та території промислових майданчиків. Потенційно небезпечним в екологічному сенсі об'єктом в цьому районі є Одеський припортовий завод у порту Южний. Введення в експлуатацію Одеського нафтового терміналу, призначеного для прийняття та подальшого транспортування нафти, створює в цьому районі ще один об'єкт особливого екологічного контролю. Робота промислових підприємств формує високе техногенне навантаження на атмосферне повітря та пов'язана з утворенням великих об'ємів СВ. Очисні споруди Одеси перевантажені, працюють неефективно. Каналізаційні колектори вичерпали свій термін експлуатації. Мають місце часті розриви каналізаційної мережі. В море скидається велика кількість забруднених СВ. В літній час в Одесі різко зростає кількість автотранспорту, збільшується число морських суден у портах, у тому числі прибережного плавання. На частку автотранспорту та частково морських суден припадає близько 75 % сумарного викиду забруднених речовин в атмосферне повітря. Недосконалість міської системи водовідведення періодично призводить до спалахів інфекційних захворювань (холера, дизентерія), закриття пляжів, введення карантину. В Одесі спостерігаються просідання земної поверхні та провали, пов'язані з рухливістю порід над підземними пустотами — катакомбами. Ці пустоти виникли при розробці вапняку-черепашнику, мають протяжність понад 1500 км та глибину залягання від 4 до 45 м. В результаті цього відбуваються деформації фундаментів будівель і споруд, порушення дорожнього покриття та комунікацій.

2 МІСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ТА ЙОГО ВПЛИВ НА КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ

2.1 Системи водопостачання, водовідведення та очищення вод міста

Водозабезпеченість – ступінь можливого задоволення оптимальних потреб водокористувача у воді за рахунок доступних для використання водних ресурсів.

Використання вод в Україні здійснюється в порядку *загального і спеціального водокористування*, для потреб гідроенергетики, водного транспорту.

Загальне водокористування здійснюється громадянами для задоволення їх потреб (купання, плавання на човнах, любительське і спортивне рибальство, водопій тварин, забір води з водних об'єктів без застосування споруд або технічних пристроїв та криниць) безкоштовно, без закріплення водних об'єктів за окремими особами та без надання відповідних дозволів.

Спеціальне водокористування – це забір води з водних об'єктів із застосуванням споруд або технічних пристроїв та скидання в них зворотних вод (задоволення питних потреб населення, а також господарсько-побутових, лікувальних, оздоровчих, сільськогосподарських, промислових, енергетичних, транспортних, рибогосподарських та інших державних і суспільних потреб).

Водопостачання – це сукупність заходів щодо забезпечення водою різних споживачів (населення, промисловість, транспорт і т.д.). Комплекс інженерних споруд, що забезпечують водопостачання, називають системою водопостачання або водопроводом. Всі сучасні системи водопостачання населених пунктів централізовані, кожна з них забезпечує водою великі групи споживачів.

Під час водокористування можуть виникати безповоротні втрати води - невиробничі втрати води на випаровування і фільтрацію в системах водопостачання і при безпосередньому використанні її водокористувачами; втрати води на випаровування з поверхні водосховищ і ставків; підвищені втрати води на фільтрацію через дамби, шлюзи та інші споруди.

Відповідно до Водного кодексу України (1995), водокористувачі можуть бути *первинними і вторинними*.

Первинні водокористувачі мають власні водозабірні споруди і відповідне обладнання для забору води.

Вторинні водокористувачі (абоненти) не мають власних водозабірних споруд і отримують воду з водозабірних споруд первинних водокористувачів та скидають СВ в їх системи.

У промисловості найбільш значними водокористувачами є енергетика, яка забирає 60% всієї свіжої води і 53% зворотної, чорна металургія - 17 і

22%, хімічна і нафтохімічна - 6 і 10%, харчова промисловість - 5 і 3%. Ці самі водоемні галузі використовують близько 83% всієї забраної води в промисловості. За рахунок впровадження оборотних систем водопостачання досягнута економія свіжої води, %:

- в паливній промисловості - 89,
- чорній металургії - 83%,
- хімічній та нафтохімічній - 87,
- лісовій - 68.

2.2 Класифікація систем водопостачання

Системи водопостачання міст являють собою комплекс інженерних споруд для забору, підйому, очищення води, її збереження і доставки до споживача. До його складу входять такі споруди:

- водозабірні споруди і насосні станції першого підйому, які подають воду до місць її очищення;
- очисні споруди;
- збірні резервуари чистої води;
- насосні станції другого і наступних підйомів, що подають воду в місто або на промислові підприємства;
- водоводи і водопровідні мережі.

У практиці водопостачання міст зустрічаються різні системи, централізовано забезпечують споживачів водою. Все розмаїття систем водопостачання можна класифікувати за такими ознаками:

- за видами використовуваних природних джерел – водопроводи, що забирають воду з поверхневих або підземних джерел, і водопроводи змішаного споживання;
- за територіальним охопленням споживачів — локальні (для одного об'єкта) і групові (або централізовані) водопроводи, які обслуговують групу об'єктів;
- за видами споживання – господарсько-питне, виробниче (промислове), протипожежне, сільськогосподарське;
- за видами споживачів – комунальні (міські, селищні); протипожежні; виробничі, які, в свою чергу, поділяються за галузями промисловості (водопроводи хімічних підприємств, теплових електростанцій, металургійних комбінатів, і т.д.);
- за способами доставки води – водопроводи з самопливом (гравітаційні) і з механічною доставкою води (за допомогою насосів);
- за характером використання води – прямоточне, оборотне, послідовне (з повторним використанням води);
- за кратністю використання води – з оборотом води, з послідовним використанням на різних установках;
- за комплексністю обслуговування споживачів – об'єднані, неповні роздільні, роздільні системи.

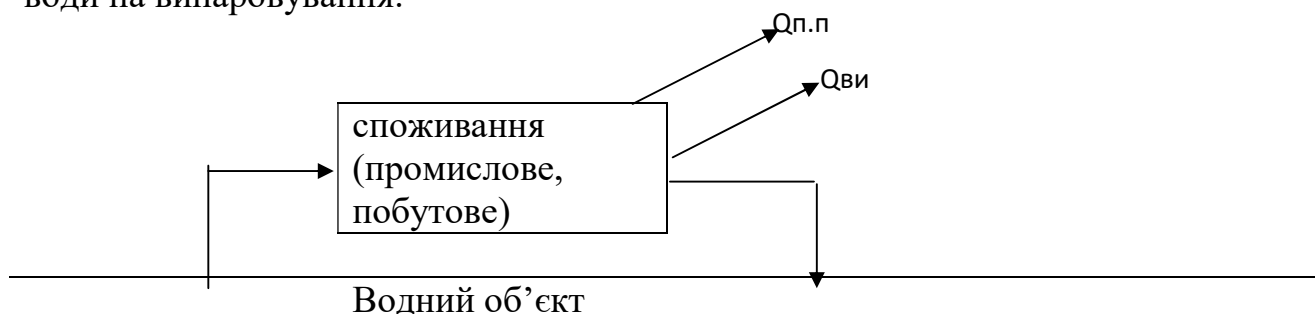
Об'єднана система забезпечує всі три види споживання, як правило, водою питної якості. Такі системи доцільні в тих випадках, коли промисловість споживає воду питної якості або порівняно невелику кількість води. Ці системи більш прості і мають відносно меншу будівельну вартість мережі, яка становить, як правило, близько 60% вартості всієї системи водопостачання.

Неповну роздільну систему використовують у разі, коли промисловість споживає значну кількість води, вимоги до якості якої невисокі. У цьому випадку будівництво об'єднаної системи невигідно, тому що невиправдані витрати на очистку води до питної якості для потреб промисловості призводять до значного подорожчання будівництва і експлуатації водопровідної системи.

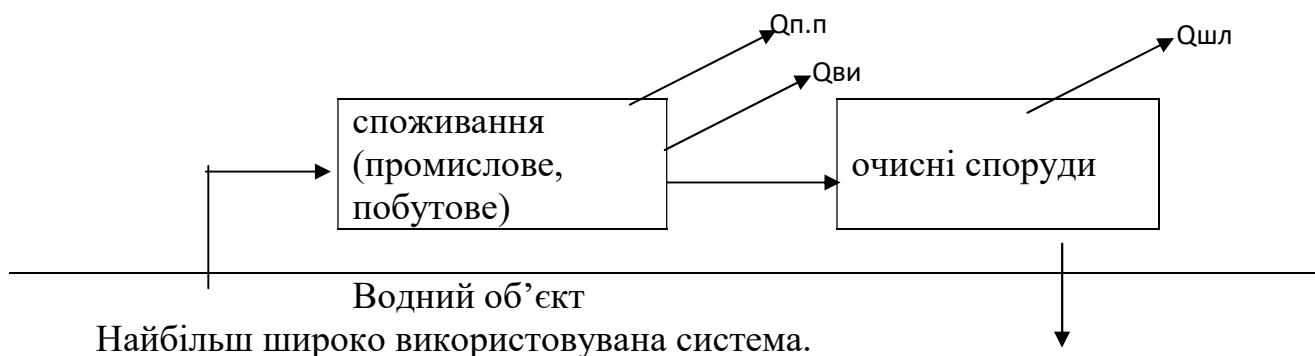
Роздільні системи передбачають будівництво окремих систем для питних, промислових і протипожежних потреб. Такі системи зустрічаються дуже рідко.

Існує 3 системи водопостачання:

1 - *прямоточна система* (скидання води здійснюється в водойми без очищення). $Q_{п.п}$ – безповоротні втрати води у виробництві, $Q_{ви}$ – втрати води на випаровування.



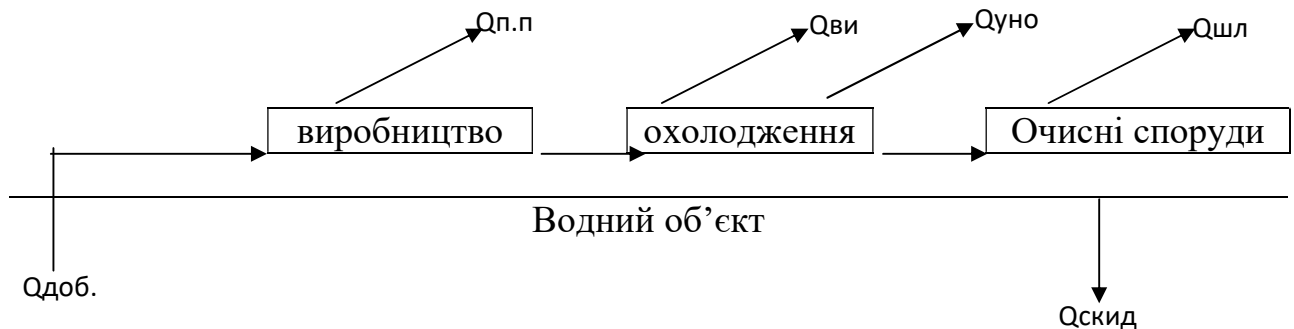
2 - система водопостачання з *очищенням СВ* перед їх скиданням у водойму. $Q_{шл}$ – втрати води, що видаляється зі шламами очисних споруд.



Найбільш широко використовувана система.

3 - *зворотна система водопостачання*. Витрата води в ній невелика, визначається витратою, необхідною для поповнення безповоротного водоспоживання в процесі виробництва і споживання, а також періодичною заміною води в оборотних циклах (продувкою). На ТЕС потужністю 1 млн.кВт при прямоточному водопостачанні щорічно споживається $1,5 \text{ км}^3$ води, при оборотній системі – лише $0,12 \text{ км}^3$, тобто в 13 разів менше.

$Q_{\text{унос}}$ – втрати води з краплевиносу,
 $Q_{\text{скид}}$ – втрати води під час продування системи,
 $Q_{\text{доб}}$ – вода, що забирається з водного об'єкта для поповнення втрат води в системі.



У цій системі водопостачання відпрацьована вода після очищення не скидається у водойму, а багаторазово використовується в системі виробництва, піддаючись регенерації після кожного виробничого циклу.

Загальна схема водопостачання може змінюватися в залежності від конкретних умов. Наприклад, якщо вода не вимагає очищення, то зі схеми випадають очисні і пов'язані з ними споруди. При розміщенні джерела на більш високих відмітках, ніж об'єкт-користувач, вода зможе подаватися самотливом і немає необхідності в спорудженні насосних станцій. У деяких системах використовується декілька джерел водопостачання, що призводить до збільшення кількості основних споруд.

2.3 Водозабори та насосні станції і водоочисні споруди

Водозабір – це гідротехнічна споруда, яке здійснює забір води з джерела постачання (річки, озера, водосховища) для потреб водокористування. Крім цього існують водозабори, які використовуються для потреб гідроенергетики, іригації і т.д. Водозабірні споруди повинні забезпечувати перебування в водоводі води в заданій кількості, необхідної якості, відповідно до графіка водокористування.

Споруди для *забору води з поверхневих джерел* класифікують за типом джерела: річкові, водосховища, озерні, морські і т.д.

З річкових найбільш поширені берегові, руслові, плавучі, ковшові. Вони можуть бути суміщені з насосними станціями першого підйому.

Водозабір підземних вод – це гідротехнічна споруда для забору підземних вод і подачі її в водопровідні та інші водогосподарські системи. Вибір ділянки для обладнання водозабору підземних вод зумовлюється геолого-гідрогеологічними умовами району, відстанню від місця користування водою і т.д. Конструктивно такі водозабори підрозділяються на

свердловини та шахтні колодязі.

Свердловини є найбільш універсальним, технічно більш досконалим типом водозабору і використовуються для централізованого водопостачання. Вони мають велику продуктивність і найбільш повно відповідають санітарним вимогам. Глибина свердловин може досягати 800 м. Дебіт може досягати 50 л/с і більше. Стінки свердловин в нестійких породах зміцнюють обсадними трубами, які входять одна в одну і в межах водоносного шару закінчуються фільтром з пористого бетону, гравію, кераміки, металевих сіток. Для підйому води використовують глибинні насоси. Часто водозабірні свердловини обладнують водонапірними вежами, які регулюють тиск і втрати води у водопровідній мережі. Термін служби свердловин складає 10-15, іноді до 30 років.

Водоприймальні споруди призначені для забору води з джерела і грубого її очищення.

Насосні станції I, II та інших підйомів служать для підйому води. Станція I підйому зазвичай подає воду на очисні споруди, станція II підйому – в водорегулюючими резервуар. Їх необхідність визначається рельєфом місцевості і протяжністю транспортування води. Вони обладнані насосами, як правило, з регулюючим електричним приводом, попереджувальною і контрольно-вимірювальною апаратурою. Багато насосних станцій мають телеуправління і повністю автоматизовані.

Водоочисні споруди обробляють природну воду з метою надання їй якостей, що відповідають вимогам користувачів. Якщо вода в джерелі задовольняє вимогам споживача, то необхідність в очисних спорудах відпадає.

Води поверхневих джерел, як правило, не придатні для пиття через значну каламутність, кольоровість і більш високий, ніж допустимо для питної води, вміст бактерій. Тому до подачі води у водопровід на очисних спорудах її освітлюють (витягують завислі і колоїдні домішки), усувають кольоровість і знезаражують (звільняють від хвороботворних бактерій), пом'якшують і т.д.

Очищена вода подається до об'єкта водопостачання по *водоводах* і розподіляється по його території за допомогою *водопровідної мережі*.

Водовід – спорудження для подачі води від водоприймача до місця споживання. Розрізняють водоводи:

- енергетичні (для подачі води на гідроелектростанції),
- зрошувальні,
- систем водопостачання.

Водоводи – це штучні русла замкнутого (трубопроводи або тунелі, прокладені в товщі ґрунту) незамкнутого (канали або лотки, які розміщуються на поверхні землі в виїмках, насипах або опорах – естакадах). Рух води ними може здійснюватися під напором (нагнітальні водоводи) або здійснюватися самопливом (самопливні або гравітаційні водоводи).

Водопровідна мережа – це сукупність водопровідних ліній (трубопроводів) для подачі води до місць водокористування, є основним елементом

системи водопостачання.

Водопровідна мережа, яка прокладається за межами споруд, називається *зовнішньою*. До лінії зовнішньої водопровідної мережі приєднуються так звані будинкові відгалуження (труби), по яких вода подається в окремі споруди.

У будинках обладнуються *внутрішні водопровідні мережі*.

Для обладнання водопровідної мережі застосовують водопровідні труби. Вибір труб залежить від величини необхідного тиску у водопровідній мережі, характеру ґрунтів, способу прокладки і від економічних чинників. При підземному прокладанні найбільш поширені чавунні, азбестоцементні і сталеві труби, застосовні також залізобетонні і пластмасові. Глибина укладання труб залежить від рівня промерзання ґрунту, температури води і режиму роботи (в Україні близько 1,5-2 м). Максимальна глибина укладання труб зумовлена необхідністю збереження труб від руйнування в результаті транспортних навантажень.

Водопровідні мережі обладнують арматурою:

- заслінками і вентилями для відключення окремих ділянок мережі,
- водорозбірним обладнанням,
- пожежними гідрантами,
- іноді - вуличними водорозбірними колонками.

Гідранти і заслінки, як правило, встановлюють в спеціальних збірних або цегляних колодязях, перекритих металевими люками.

За технічними умовами тиск води у водопровідній мережі населених пунктів не повинен перевищувати 6 атм. Для подачі води в багатоповерхові будинки додатково обладнують місцеві насосні станції.

Мережа може бути *кільцевою* (що складається з окремих сусідніх замкнутих контурів-кілець, які можна відключити в разі аварії) і *розгалуженою* (тупиковою), в якій при аварії на якому-небудь ділянці припиняється подача води в усі ділянки мережі, що знаходяться за пошкодженням. Тому розгалужені мережі можуть бути обладнані тільки в тих випадках, коли допустимі перерви в водоспоживанні.

Ширина траси водопровідної мережі повинна бути не менша ніж 40 м по обидва боки від осі при прокладанні водоводів по незабудованій території і 10 м – по забудованій.

У місцях вимушеного перетину водопровідної та каналізаційної мереж в населеному пункті водопровідна проектується вище від каналізаційної. Відстань між ними по вертикалі – не менше 0,4 м.

При паралельному прокладанні водопровідних труб на одному рівні з каналізаційними відстань між трубопроводами має бути не менше 1,5 м, якщо діаметр водопровідних труб не більший за 200 мм і не менший ніж 3 м, якщо діаметр водопровідних труб більший за 200 мм.

При паралельному прокладанні водопровідних труб нижче каналізаційних відстань між стінками трубопроводів в фільтруючих ґрунтах має бути не менша ніж 5 м. Не можна допускати прокладання каналізаційних труб вище від водопровідних в тих місцях, де можливі просідання і аварії

водопровідних мереж при високому рівні ґрунтових вод, прокладання мережі по плавунам, в сейсмічних районах та ін.

Не допускається розташування вигрібних помийних ям та інших подібних об'єктів на відстані меншій за 20 м від водопровідних мереж.

Для регулювання тиску і витрати води, створення її запасу і вирівнювання графіка роботи насосних станцій будують *водонапірні башти та резервуари*.

Водонапірна башта складається з бака для води, як правило, циліндричної форми і опорної конструкції (ствола). Регулююча роль водонапірної башти полягає в тому, що під час зменшення водокористування надлишок води, що подається насосною станцією, накопичується в ній і витрачається під час підвищеного водоспоживання. Висота водонапірної башти (відстань від поверхні землі до низу бака), як правило, не перевищує 25 м, іноді 30 м; ємність бака – від декількох десятків кубометрів до декількох тисяч. Опорні конструкції виготовляють, в основному, зі сталі, залізобетону, іноді з цегли, баки – переважно із залізобетону і сталі.

Резервуари призначені для зберігання господарських, протипожежних, технологічних та аварійних запасів води. Безнапірні резервуари влаштовують, головним чином, при водоочисних станціях – це резервуари чистої води (РЧВ). Воду з них забирають насосами II підйому і подають у водопровідну мережу. Водонапірний резервуар, на відміну від водонапірної башти, не має опорної конструкції (ствола), але встановлюється на підвищених місцях місцевості. Іноді водонапірні резервуари служать для збереження пожежного та аварійного запасу води. Зараз найбільш поширені резервуари із залізобетону. Місткість резервуарів повинна забезпечити безперебійне водопостачання в години «пік», а також запас води на випадок аварії. Стінки і дно підземних резервуарів повинні бути водотривкими (залізобетонні, цегляні). Дно резервуара повинно перебувати вище рівня ґрунтових вод (при необхідності рівень ґрунтових вод знижують за допомогою дренажу). Для забезпечення надійності водопостачання в системах великих водопроводів необхідно влаштовувати кілька резервуарів (зазвичай не менше двох), що дають в сумі розрахункову місткість.

Системи централізованого водопостачання населених пунктів за ступенем надійності подачі води поділяються на три категорії в залежності від чисельності населення:

I - більше 50 тис. осіб,

II - 50-0,5 тис. осіб,

III - менше 0,5 тис. осіб.

Для I категорії допускається зниження подачі води до 30% необхідної витрати тривалістю до 3 діб, для II категорії – те ж саме тривалістю до 5 діб, для III категорії – до 1 місяця (або повне припинення подачі до 1 доби).

2.4 Показники якості природних вод

До фізичних показників якості води належать

- температура,
- прозорість або каламутність,
- кольоровість,
- запах і смак.

Температура води. Залежить в першу чергу від походження вод. Води підземних джерел, на відміну від поверхневих, відрізняються сталістю температури. Вимірюється термометром в °С.

Прозорість і каламутність води. Природні води, особливо поверхневі, рідко бувають прозорими через наявність в них завислих речовин, глини, піску, мулу, органічних залишків. Прозорість (або світлопропускання) природних вод зумовлена їх кольором і каламутністю, тобто вмістом в них різних забарвлених і завислих органічних і мінеральних речовин.

Визначення прозорості води – обов'язковий компонент програм спостережень за станом водних об'єктів. Критерієм прозорості є висота стовпа води, при якій можна спостерігати білу пластину визначених розмірів (диск Секкі), що опускається у водойму, або розрізняти на білому папері шрифт визначеного розміру і типу (як правило, шрифт середньої товщини висотою 3.5 мм). У лабораторних умовах прозорість визначається за допомогою читання спеціального шрифту через стовп води, наливої в скляний циліндричний посудину, виражається як гранична товщина її шару, що допускає читання через нього стандартного шрифту (шрифту Снеллена). Результати виражаються в сантиметрах із зазначенням способу вимірювання.

Прозорість тісно пов'язана з каламутністю, тобто з наявністю завислих мінеральних частинок.

Каламутність води зумовлена присутністю тонкодисперсних суспензій органічного та неорганічного походження. Зважені речовини потрапляють у воду в результаті змиву твердих частинок (глини, піску, мулу) верхнього шару ґрунту дощами або талими водами під час сезонних паводків, а також в результаті розмиву русла річок.

В Україні стосовно господарсько-питного водопостачання іноді використовується такий розподіл мутності:

- мала - менше 50 мг/дм³,
- середня - 50-250 мг/дм³,
- підвищена - 250-1000 мг/дм³,
- висока - більше 1000 мг/дм³.

Усувається каламутність шляхом відстоювання і фільтрування води.

Кольоровість води. Кольоровість води встановлюється шляхом порівняння з платиново-кобальтовою шкалою; визначається вмістом у воді органічних і неорганічних речовин, вимірюється в градусах кольоровості. Чиста вода в малому шарі безбарвна, у великому шарі має блакитний відтінок. Всі інші відтінки кольору вказують на наявність домішок. Так, солі

заліза забарвлюють воду в червонуватий (іржавий) колір, дрібні частинки піску і глини – в жовтий. Гумусові речовини (продукти розпаду трави, листя, кори та ін.) надають воді забарвлення від жовтого до коричневого.

Забарвлення природних вод коливається від одиниць до тисяч градусів.

За ступенем забарвленості розрізняють наступні градуси кольоровості води:

Майже позбавлені забарвлення $< 20^\circ$

Слабо забарвлені $20-30^\circ$

Середньо забарвлені $40-50^\circ$

Інтенсивно забарвлені $60-80^\circ$

Темно-забарвлені $100-200^\circ$

Виключно темно-забарвлені $> 200^\circ$

Смак і запах води. Чиста вода не має будь-якого смаку або присмаку. Надають їй смак і присмак забруднення. Інтенсивність присмаку так само, як і запаху, визначається за шестибальною шкалою.

Схематично виділяють чотири смаки води:

- солоний, солонуватий смак воді надають хлориди натрію (NaCl),
- гіркий, гіркуватий – хлориди магнію (MgCl_2),
- солодкий, солодкуватий – органічні речовини,
- кислий, кислуватий – надлишок кислот.

Всі інші смакові відчуття кваліфікуються як присмаки (рибний, фенольний, нафтової, хлорний і т. д.).

Відчутного смаку чи присмаку вода набуває лише при досягненні певної концентрації домішки – наприклад, солей NaCl , MgCl_2 , Na_2SO_4 і NaHCO_3 при концентрації $400-500 \text{ мг/дм}^3$, солей CaSO_4 і NaNO_3 при концентрації $100-200 \text{ мг/дм}^3$, сполук заліза – 15 мг/дм^3 .

Запах води, так само як і смак, зумовлюється складом і концентрацією домішок і газів. Запахи бувають двох видів:

- 1) природного походження;
- 2) штучного походження.

Причинами запахів природного походження є хімічний склад домішок води, живі і відмерлі організми, гнилі рослинні залишки, специфічні органічні сполуки.

Інтенсивність запаху і присмаків визначають за шестибальною шкалою (табл. 2.1).

Хімічні показники якості води

До хімічних показників якості води відносяться:

- активна реакція (рН),
- сухий залишок,
- мінералізація,
- жорсткість,
- наявність азотних сполук,
- наявність фосфорних сполук,
- розчинені гази,

- лужність,
- вміст хлоридів, сульфатів, заліза, марганцю та інших компонентів (важкі метали, радіоактивні елементи, специфічні ЗР).

Таблиця 2.1 – Шкала інтенсивності запаху і присмаку питної води

Бали	Інтенсивність за-паху або присмаку	Характеристика інтенсивності запаху або присмаку
0	немає	Відсутність відчуття запаху або присмаку
1	дуже слабка	Запах або присмак, здатні до виявлення лише в лабораторії досвідченим аналітиком.
2	слабка	Запах або присмак, який не привертає увагу споживача, але піддається виявленню, якщо звернути на нього увагу
3	помітна	Запах або присмак, легко виявляється і дає привід ставитися до води несхвально
4	виразна	Запах або присмак, звертає увагу і робить воду неприємною для пиття
5	дуже сильна	Запах або присмак настільки сильний, що робить воду непридатною для пиття

Активна реакція води (водневий показник, рН) визначає ступінь кислотності або лужності води, що в практиці водопідготовки має велике значення; рН дозволяє правильно визначити форму знаходження в природних водах вуглекислих і кремнекислих сполук, відіграє значну роль при обробці води.

Водневим показником рН називається десятковий логарифм концентрації водневих іонів, узятий з оберненим знаком.

$$pH = - \lg [H^+] \text{ або } [H^+] = 10^{-pH}$$

Тобто водневий показник характеризує концентрацію вільних іонів водню у воді.

рН кислого розчину <7,

рН лужного розчину > 7.

Зазвичай в річкових водах рН знаходиться в межах 6,5-8,5. У деяких водоймах природну кислотність створюють гумінові й інші слабкі органічні кислоти. У цих випадках рН води не буває нижче 4,5.

рН атмосферних опадів від 4,6 до 6,1; боліт – від 5,5 до 6,0; морських вод – від 7,9 до 8,3

Для більшості природних вод рН коливається в межах 6,5-8,5.

Сухий залишок. Кількість солей, які містяться в природних водах, може бути охарактеризована величиною сухого залишку. Сухий залишок утворюється при випаровуванні певного об'єму води і складається з мінеральних солей і нелетких органічних сполук. Органічна частина сухого залишку води визначається величиною втрат при прожарюванні.

Мінералізація. Стосовно будь-якого виду водопостачання головне значення має питання про мінералізацію води і склад головних іонів. Термін

«мінералізація» зазвичай використовується для поверхневих прісних вод, а термін «солоність» – для солонуватих і солоних водойм.

Жорсткість води визначається наявністю в ній іонів кальцію і магнію.

Жорсткість води являє собою властивість природної води, залежну від наявності в ній, головним чином, розчинених солей кальцію і магнію. Результати визначення жорсткості зазвичай висловлюють в мг-екв/дм³.

Жорсткість води коливається в широких межах. Вода з жорсткістю менше 4 мг-екв/дм³ вважається м'якою, від 4 до 8 мг-екв/дм³ – середньої жорсткості, від 8 до 12 мг-екв/дм³ – жорсткою і вище 12 мг-екв/дм³ – дуже жорсткою. Загальна жорсткість коливається від одиниць до десятків, іноді сотень мг-екв/дм³, причому карбонатні жорсткість становить до 70-80% від загальної жорсткості.

Висока жорсткість погіршує органолептичні властивості води, надаючи їй гіркуватий смак і діючи на органи травлення.

Величина загальної жорсткості в питній воді не повинна перевищувати 10,0 мг-екв/дм³. Особливі вимоги пред'являються до технічної води (накип).

Загальна жорсткість поділяється на:

- *карбонатну або тимчасову жорсткість*, зумовлена присутністю гідрокарбонатів кальцію і магнію, які при кип'ятінні випадають в осад
- *некарбонатну або постійну жорсткість*, зумовлена присутністю солей сильних кислот (сульфатів або хлоридів) кальцію і магнію.

Азотні сполуки. Азотні сполуки (іони амонію, нітритні і нітратні іони) утворюються у воді, головним чином, в результаті розкладання сечовини і білкових сполук, які потрапляють в неї з господарсько-побутовими СВ, а також водами содових, коксохімічних, азотно-тукових і інших заводів.

Присутність в поверхневих водах іонів амонію пов'язана як з природними процесами, так і з антропогенним впливом. До природних процесів відноситься біохімічна деградація білкових речовин, характерна для періоду відмирання фітопланктону. Значна кількість амонію може надходити з поверхневим стоком і атмосферними опадами. Високі концентрації амонію характерні для побутових СВ і промислових стоків підприємств харчової, лісохімічної промисловості. Білкові речовини розкладаються під впливом мікроорганізмів, кінцевим продуктом при цьому є аміак. Тому наявність аміаку викликає підозру щодо забруднення водного об'єкта СВ.

За наявністю і кількістю тих чи інших сполук, які містять азот, можна судити про час забруднення води. Підвищений вміст амонійного і нітритного азоту вказує на свіже забруднення води азотними сполуками, відсутність амонійного і нітритного азоту, але наявність нітратного – про давність забруднення.

Сполуки фосфору. Фосфор – найважливіший біогенний елемент, найчастіше лімітує розвиток продуктивності водойм. Тому надходження надлишку сполук фосфору з водозбору (у вигляді мінеральних добрив з поверхневим стоком з полів (з гектара зрошуваних земель виноситься 0,4-0,6 кг фосфору), зі стоками з ферм (0,01-0,05 кг/добу на одну тварину), з недоочищеними або неочищеними побутовими СВ

(0,003-0,006 кг/д на одного мешканця), а також з деякими виробничими відходами призводить до різкого неконтрольованого приросту рослинної біомаси водного об'єкту (це особливо характерно для непроточних і малопроточних водойм). Відбувається так звана зміна трофічного статусу водойми, що супроводжується перебудовою всього водного угруповання і веде до переважання гнильних процесів (і, відповідно, зростання каламутності, солоності, концентрації бактерій).

Концентрація фосфатів у природних водах зазвичай дуже мала – соті, рідко десятки частки міліграмів фосфору в літрі, у забруднених водах вона може досягати декількох міліграмів у 1 дм³. Підземні води містять звичайно не більш 100 мкг/дм³ фосфатів; виняток становлять води в районах залягання фосфоровмісних порід.

Розчинені гази. З розчинених у воді газів найбільш важливими для оцінки її якості є кисень, вуглекислота, сірководень і метан. Вуглекислота, кисень і сірководень при певних умовах надають воді корозійні властивості по відношенню до бетону і металів.

Розчинений кисень. Розчинений кисень знаходиться в природній воді у вигляді молекул O₂. На його вміст у воді впливають дві групи протилежно спрямованих процесів: одні збільшують концентрацію кисню, інші зменшують її. До першої групи процесів, що збагачують воду киснем, варто віднести:

- процес абсорбції кисню з атмосфери;
- виділення кисню водяною рослинністю в процесі фотосинтезу;
- надходження у водойми з дощовими і сніговими водами, що зазвичай пересичені киснем.

Абсорбція кисню з атмосфери відбувається на поверхні водного об'єкта. Швидкість цього процесу підвищується зі зниженням температури, з підвищенням тиску і зниженням мінералізації. Аерація – збагачення глибинних шарів води киснем – відбувається в результаті перемішування водних мас, в тому числі вітрової, вертикальної температурної циркуляції і т.д. Фотосинтетичне виділення кисню відбувається при асиміляції діоксиду вуглецю водяною рослинністю (прикріпленими, плаваючими рослинами і фітопланктоном). Процес фотосинтезу протікає тим сильніше, чим вище температура води, інтенсивність сонячного освітлення і більше біогенних (поживних) речовин (P, N та ін.) у воді. Продуктування кисню відбувається в поверхневому шарі водойми, глибина якого залежить від прозорості води (для кожної водойми і сезону може бути різною – від декількох сантиметрів до декількох десятків метрів).

До групи процесів, що зменшують вміст кисню у воді, відносяться реакції споживання його на окислювання органічних речовин:

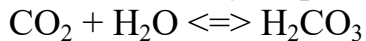
- біологічне (дихання організмів),
- біохімічне (дихання бактерій, витрата кисню при розкладанні органічних речовин)
- хімічне (окислювання Fe²⁺, Mn²⁺, NO²⁻, NH⁴⁺, CH₄, H₂S).

У поверхневих водах вміст розчиненого кисню варіює в широких межах

– від 0 до 14 мг/дм³ – і схильний до сезонних і добових коливань. Добові коливання залежать від інтенсивності процесів його продукування і споживання і можуть досягати 2,5 мг/дм³ розчиненого кисню. У зимовий і літній періоди розподіл кисню має характер стратифікації. Дефіцит кисню частіше спостерігається у водних об'єктах з високими концентраціями забруднюючих органічних речовин і в евтрофованих водоймах, що містять велику кількість біогенних і гумусових речовин.

Відповідно до вимог до складу і властивостей води водойм пунктів питного і санітарного водокористування вміст розчиненого кисню в пробі, відібраної до 12 часів дня, не повинно бути нижче 4 мг/дм³ в будь-який період року; для водойм рибогосподарського призначення концентрація розчиненого у воді кисню не повинна бути нижча за 4 мг/дм³ в зимовий період (при льодоставі) і 6 мг/дм³ – у літній.

Діоксид вуглецю. Діоксид вуглецю міститься у воді в основному у вигляді розчинених молекул CO₂ і лише мала частина його (близько 1%) при взаємодії з водою утворює вугільну кислоту:



Головним джерелом надходження оксиду вуглецю в природні води є процеси біохімічного розпаду органічних залишків, окислювання органічних речовин, водяних організмів.

Одночасно з процесами надходження значна частина діоксиду вуглецю споживається при фотосинтезі, а також витрачається на розчинення карбонатів і хімічне вивітрювання алюмосилікатів. Зменшення діоксиду вуглецю у воді відбувається також у результаті його виділення в атмосферу.

Концентрація діоксиду вуглецю в природних водах коливається від декількох десятих долей до 3-4 мг/дм³, зрідка досягає 10-20 мг/дм³.

Зазвичай навесні і влітку вміст діоксиду вуглецю у водоймі знижується, а в кінці зими досягає максимуму. Діоксид вуглецю має винятково важливе значення для рослинних організмів (як джерело вуглецю). У той же час підвищені концентрації CO₂ пригнічують розвиток тваринних організмів. При високих концентраціях CO₂ води стають агресивними стосовно металів і бетону в результаті утворення розчинних гідрокарбонатів, що порушують структуру цих матеріалів.

Сірководень. Зазвичай в водах сірководень не міститься або ж присутній в незначних кількостях в придонних шарах, головним чином, в зимовий період, коли утруднена аерація і вітрове перемішування водних мас. Іноді сірководень з'являється в помітних кількостях в придонних шарах водойм і в літній час в періоди інтенсивного біохімічного окислення органічних речовин. Наявність сірководню у водах служить показником сильного забруднення водойми органічними речовинами.

Концентрація сірководню в водах швидко зменшується за рахунок окислення киснем, розчиненим у воді, і мікробіологічних процесів (окислення тіоновими, безбарвними і пофарбованими сірчаними бактеріями). В процесі окислення сірководню утворюються сірка і сульфати. Інтенсивність процесів окислення сірководню може досягати 0,5 г/дм³

сірководню за добу.

Сірководень додає воді неприємний запах, відчутний при його концентрації від $0,5 \text{ мг/дм}^3$, а також викликає процес корозії і розмноження серобактерій. Санітарними правилами концентрація сірководню повинна бути не більша за $0,003 \text{ мг/дм}^3$.

Метан. У природних водах його концентрація незначна, але в підземних водах газонафтоносних районів і в болотних водах його вміст доходить до 50 мг/дм^3 . При концентрації метану в повітрі 5,3-14% створюється вибухонебезпечна ситуація.

Лужність води. Під лужністю природних або очищених вод розуміють спроможність деяких їхніх компонентів зв'язувати еквівалентну кількість сильних кислот. Лужність зумовлена наявністю у воді аніонів слабких кислот (карбонатів, гідрокарбонатів, силікатів, боратів, сульфітів, гідросульфітів, сульфідів, гідросульфідів, аніонів гумінових кислот, фосфатів) – їхня сума називається загальною лужністю. Через незначну концентрацію трьох останніх іонів загальна лужність води, як правило, визначається тільки аніонами вугільної кислоти (карбонатна лужність).

Лужність визначається кількістю сильної кислоти, необхідної для нейтралізації 1 дм^3 води. Лужність більшості природних вод визначається тільки гідрокарбонатами кальцію і магнію, рН цих вод не перевищує 8,3.

Характеристика окремих компонентів природних вод.

Хлориди. Через велику розчинність хлоридних солей ($\text{NaCl} - 360 \text{ г/дм}^3$, $\text{MgCl} - 545 \text{ г/дм}^3$) іони хлору присутні майже в усіх водах. Хлориди, присутні у воді у великій кількості, при контакті з бетоном руйнують його в результаті вилугування з вапна розчинного хлориду кальцію і гідроксиду магнію. Підвищений вміст хлоридів у воді знижує її смакові якості.

Немає даних про те, що високі концентрації хлоридів мають шкідливий вплив на людину. ГДК становить 350 мг/дм^3 , ГДКвр – 300 мг/дм^3 .

Сульфати. Присутні практично у всіх поверхневих водах і є одними з найважливіших аніонів. Води, які містять велику кількість сульфатів, руйнують бетонні конструкції. Це пояснюється утворенням гіпсу в результаті реакції між вапном цементу і сульфатами води, що призводить до збільшення обсягу і виникнення тріщин.

Підвищення вмісту сульфатів погіршує органолептичні властивості води і справляє фізіологічний вплив на організм людини. Оскільки сульфати володіють проносними властивостями, їх гранично допустима концентрація строго регламентується нормативними актами. Вельми жорсткі вимоги за вмістом сульфатів ставляться до вод, що живлять парові установки, оскільки в присутності кальцію сульфати утворюють міцний накіп. Смаковий поріг сульфату магнію лежить в межах від 400 до 600 мг/дм^3 , для сульфату кальцію – від 250 до 800 мг/дм^3 . Наявність сульфатів в промисловій та питній воді може бути як корисною, так і шкідливою.

Не помічено, щоб сульфати в питній воді впливали на процеси корозії, але якщо використовуються свинцеві труби, то концентрація сульфатів вища за 200 мг/дм^3 може призвести до вимивання в воду свинцю.

Залізо і марганець за своїм вмістом у воді не перевищують десятих часток міліграма на дм^3 . Хоча навіть у великих кількостях вони не є шкідливими для здоров'я, але своєю присутністю роблять воду непридатною для пиття, промислових і господарських потреб, оскільки при концентраціях заліза вище 1 мг/дм^3 вода набуває неприємного чорнильного або залізного присмаку. В результаті окислення бікарбонату двовалентного заліза киснем повітря утворюється гідроксид заліза, який збільшує мутність води і підвищує кольоровість. Наявність у воді заліза і марганцю сприяє розвитку в трубопроводах залізистих і марганцевих бактерій, продукти життєдіяльності яких можуть забивати водопровідні труби.

Токсичні речовини потрапляють у воду в основному з промисловими СВ. До цієї групи можна віднести свинець, цинк, мідь, миш'як, анілін, ціаніди і багато інших. Незважаючи на незначну концентрацію їх у воді (мкг/дм^3), вони можуть завдавати значної шкоди здоров'ю людини.

Радіоактивні елементи, які потрапляють в поверхневі і підземні води, можуть мати природне і штучне походження. Основними ізотопами, які зумовлюють природну радіоактивність вод, є уран-239, торій-232 і продукти їх розпаду. Штучну радіоактивність, зокрема, після аварії на ЧАЕС у 1986 р., зумовлюють такі ізотопи, як стронцій-91, цезій-137. Допустимою межею радіоактивності води відкритих водойм при будь-яких сумішах радіоактивних речовин з неідентифікованим ізотопним складом вважаються $3 \cdot 10^{-11} \text{ Кі / дм}^3$.

Важкі метали. Важкі метали (As, Cd, Cr, Co, Pb, Mn, Hg, Ni, Se, Ag, Zn) відносяться до групи мікроелементів, враховуючи їх низькі концентрації в природних водах. У природних водах важкі метали зустрічаються у вигляді завислих речовин, колоїдів, в формі комплексів, утворених гуміновими та іншими органічними кислотами.

Важкі метали входять до складу ферментів, вітамінів, гормонів. Ці сполуки активно впливають на зміну інтенсивності процесів обміну речовин в живих організмах. Саме через це вміст важких металів у воді нормується, адже збільшення їх концентрацій може викликати порушення біологічних процесів в живих організмах і призвести до їх захворювань, часто хронічних, і навіть до загибелі.

Важкі метали відносяться до пріоритетних ЗР, спостереження за якими обов'язкові у всіх середовищах.

Джерелами забруднення вод важкими металами служать СВ гальванічних цехів, підприємств гірничодобувної, чорної і кольорової металургії, машинобудівних заводів. Важкі метали входять до складу добрив і пестицидів і можуть потрапляти у водойми разом зі стоком з сільськогосподарських угідь.

Підвищення концентрації важких металів в природних водах часто пов'язане з іншими видами забруднення, наприклад, з закисленням. Випадання кислотних опадів сприяє зниженню значення рН і переходу металів з сорбованого на мінеральних і органічних речовинах стану у вільний.

Свинець належить до малопоширених елементів. Значне підвищення вмісту свинцю в навколишньому середовищі, в тому числі в поверхневих водах, обумовлене його широким застосуванням у промисловості. Найбільшим джерелом забруднення поверхневих вод сполуками свинцю є спалювання вугілля і застосування тетраетилсвинцю в моторному паливі, а також СВ. Свинець – промислова отрута, здатний при несприятливих умовах виявитися причиною отруєння. В організм людини проникає головним чином через органи дихання і травлення. Видаляється з організму дуже повільно, внаслідок чого накопичується в кістках, печінці та нирках. Лімітуюча ознака шкідливості свинцю – санітарно-токсикологічна. ГДК_в свинцю становить 0,03 мг/дм³, ГДК_{вр} – 0,1 мг/дм³.

Хром. У поверхневі води сполуки трьох- і шестивалентного хрому потрапляють в результаті вилугування з порід (хроміт, крокоїт, уваровіт і ін.). Деякі кількості надходять в процесі розкладання організмів і рослин, з ґрунтів. Значні кількості можуть надходити у водойми зі СВ гальванічних цехів, фарбувальних цехів текстильних підприємств, шкіряних заводів і підприємств хімічної промисловості. У річкових незабруднених і слабозабруднених водах вміст хрому коливається від декількох десятків часток мікрограма в літрі до декількох мікрограмів в літрі, у забруднених водоймах він досягає декількох десятків і сотень мікрограмів в літрі. Середня концентрація в морських водах – 0,05 мкг/дм³, в підземних водах – зазвичай в межах п.10 – п.102 мкг/дм³. Сполуки Cr (VI) і Cr (III) в підвищених кількостях мають канцерогенні властивості. Сполуки Cr (VI) є більш небезпечними. Зміст їх у водоймах санітарно-побутового використання не повинен перевищувати ГДК_в для Cr (VI) 0,05 мг/дм³, для Cr (III) 0,5 мг/дм³. ГДК_{вр} для Cr (VI) – 0,001 мг/дм³, для Cr (III) – 0,005 мг/дм³.

Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) – речовини, здатні адсорбуватися на поверхнях розділу фаз і знижувати, внаслідок цього, їх поверхневу енергію (поверхневий натяг). У водні об'єкти СПАР потрапляють з побутовими і промисловими СВ. У поверхневих водах СПАР знаходяться в розчиненому і сорбованому станах, а також в поверхневій плівці води. СПАР впливають на фізико-біологічний стан водойми, погіршуючи кисневий режим і органолептичні властивості – смак, запах, і т.д. і знаходяться в ньому протягом тривалого часу, оскільки розкладаються повільно.

У слабо забруднених поверхневих водах концентрація СПАР коливається зазвичай в межах тисячних і сотих часток міліграма в 1 дм³. У зонах забруднення водних об'єктів вона підвищується до десятків часток міліграма, поблизу джерел забруднення може досягати декількох міліграмів у 1 дм³. ГДК_в СПАР становить 0,5 мг/дм³, ГДК_{р/г} – 0,1 мг / дм³.

Вуглеводні (нафтопродукти). Нафтопродукти відносяться до числа найбільш поширених і небезпечних речовин, що забруднюють поверхневі води. Нафта та продукти її переробки являють собою надзвичайно складну, непостійну і різноманітну суміш речовин (низько- і високомолекулярні граничні, неграничні аліфатичні, нафтенові, ароматичні вуглеводні, кисневі, азотисті, сірчані сполуки, а також ненасичені гетероциклічні сполуки типу

смола, асфальтенів, ангідридів, асфальтенових кислот). Великі кількості нафтопродуктів надходять в поверхневі води при перевезенні нафти по воді, зі СВ підприємств нафтовидобувної, нафтопереробної, хімічної, металургійної та інших галузей промисловості, з господарсько-побутовими СВ. Деякі кількості вуглеводнів потрапляють у воду в результаті прижиттєвих виділень рослинними і тваринними організмами, а також їх посмертного розкладання. У незабруднених нафтопродуктами водних об'єктах концентрація природних вуглеводнів може коливатися: в морських водах від 0,01 до 0,10 мг/дм³ і вище, в річкових і озерних водах від 0,01 до 0,20 мг/дм³, іноді досягаючи 1-1,5 мг/дм³. Вміст природних вуглеводнів визначається трофічним статусом водойми і значною мірою залежить від біологічної ситуації у водоймі. Несприятливий вплив нафтопродуктів позначається різними способами на організмі людини, тваринному світі, водній рослинності, фізичному, хімічному та біологічному стані водойми. Низькомолекулярні аліфатичні, нафтенові і особливо ароматичні вуглеводні, що входять до складу нафтопродуктів, спарвляють токсичний і в деякій мірі наркотичний вплив на організм, вражаючи серцево-судинну і нервову системи. Найбільшу небезпеку становлять поліциклічні конденсовані вуглеводні типу 3,4-бенз(а)пірена, що мають канцерогенні властивості. Нафтопродукти обволікають оперення птахів, поверхню тіла і органи інших гідробіонтів, викликаючи захворювання і загибель. Негативний вплив нафтопродуктів, особливо в концентраціях 0,001-10 мг/дм³, і присутність їх у вигляді плівки позначається і на розвитку вищої водної рослинності та мікрофітів. У присутності нафтопродуктів вода набуває специфічного смаку і запах, змінюється її колір, рН середовища, погіршується газообмін з атмосферою. ГДК нафтопродуктів у водоймах загального користування дорівнює 0,3мг/дм³, в рибогосподарських водоймах – 0,05 мг/дм³. Присутність канцерогенних вуглеводнів у воді неприпустима.

Пестициди – це хімічні препарати, синтезовані сполуки, які використовуються в сільському господарстві для захисту рослин від хвороб і шкідників з метою збереження врожаю сільськогосподарських культур. До пестицидів відносять хімічні речовини, що застосовуються для боротьби з різними шкідливими організмами: рослиноїдних кліщами (акарициди), комахами (інсектициди), бактеріями (бактерициди), вищими рослинами (гербіциди), грибами (фунгіциди), молюсками (лімациди), круглими хробаками (нематоциди), паразитичними хробаками у тварин (антігельмінти), попелицями (афіцид), лічінками і гусеницями (ларвіциди) та ін. У цю групу речовин зазвичай включають і антисептики, застосовувані для запобігання руйнуванню мікроорганізмами неметалічних матеріалів, а також речовини, що вживаються для передуборочного видалення листя з рослин (дефоліанти), речовини, що викликають зневоднення тканин рослин, що прискорює їх дозрівання і полегшує збирання врожаю (десиканти), речовини передпосівної обробки насіння (протруйники насіння) та ін. Основним джерелом надходження пестицидів у водні об'єкти є поверхневий стік талих, дощових і ґрунтових вод з сільськогосподарських угідь, колекторно-

дренажні води, що скидаються зі зрошуваних територій.

Біологічні показники якості води

У цю групу входять характеристики вмісту у воді:

- розчинених органічних речовин
- мікроорганізмів або бактерій.

Непрямими показниками концентрації органічних речовин у воді зазвичай служить

- біохімічне споживання кисню (БСК);
- хімічне споживання кисню (ХСК).

Біохімічне споживання кисню (БСК). БСК – це та кількість кисню, яка необхідна мікроорганізмам для засвоєння органічних речовин, що знаходяться у воді. Цей показник характеризує тільки легкоокиснену частину органічних речовин, яка частково минералізується мікроорганізмами, а частково засвоюється ними. Засвоєння органічних речовин відбувається в часі, тому виділяють біохімічне споживання кисню за 5 і 20 діб (БСК₅ і БСК₂₀). БСК₂₀ ототожнюється з повним БСК (БСК₂₀ ~ БПК_{повн}). У поверхневих водах величини БСК₅ змінюються зазвичай в межах 0,5-4 мгО₂/дм³.

Для водойм, забруднених переважно господарсько-побутовими СВ, БСК₅ становить зазвичай близько 70% БСК_{повн}. Залежно від категорії водойми величина БСК₅ регламентується наступним чином: не більше 3 мгО₂/дм³ для водойм господарсько-питного водокористування і не більше 6 мгО₂/дм³ для водойм культурно-побутового водокористування. Для морів (І і II категорії рибогосподарського водокористування) п'ятидобова потреба в кисні (БСК₅) при 20°C не повинна перевищувати 2 мгО₂/дм³.

БСК_{повн}. – це кількість кисню, необхідна для окислення органічних домішок до початку процесів нітрифікації. Кількість кисню, що витрачається для окислення амонійного азоту до нітритів і нітратів, при визначенні БСК не враховується. Для побутових СВ (без суттєвої домішки виробничих) визначають БСК₂₀, вважаючи, що ця величина близька до БСК_{повн}. БСК_{повн} для внутрішніх водойм рибогосподарського призначення (І і II категорії) при 20 °С не повинно перевищувати 3 мгО₂/дм³.

Хімічне споживання кисню (ХСК). ХСК — це кількість кисню, необхідна для повного окислення всіх органічних речовин, присутніх в воді (за умови утворення СО₂, Н₂О, SO₂).

За вмістом органічних речовин (мг О₂/дм³), що характеризується БСК, забруднення природних вод класифікується таким чином:

Дуже мале <2

мале 2-5

середнє 5-10

підвищене 10-20

Високе 20-30

Дуже високе > 30

Мікроорганізми у воді. Відомо кілька тисяч видів бактерій. Всі вони поділяються на два великі класи – сапрофітні (нешкідливі для людини, іноді

навіть корисні) і патогенні (хвороботворні).

Виділити патогенні бактерії з усієї маси мікроорганізмів досить важко, тому при оцінці якості води здебільшого обмежуються

- мікробним числом (загальна чисельність бактерій в 1 см³ води)
- колі-індексом (кількість кишкових паличок в 1 дм³ води)
- колі-титр (об'єм води в 1 см³, що припадає на одну кишкову паличку).

Залежність між ними: колі-індекс = 1000 / колі-титр.

На водопроводах з підземним джерелом водопостачання аналіз води протягом першого року експлуатації проводять не рідше чотирьох разів (по сезонах року), в подальшому не рідше одного разу на рік у найбільш несприятливий період за результатами спостережень першого року.

На водопроводах з поверхневим джерелом водопостачання аналіз води в місцях водозабору проводять не рідше одного разу на місяць.

2.5 Вимоги до джерела водопостачання і його вибір

Природні джерела водопостачання поділяють на поверхневі (річки, моря, водосховища і озера) і підземні (грунтові, артезіанські, шахтні та інші води).

З наявних джерел водопостачання вибирають лише ті, для яких можлива організація зони санітарної охорони та дотримання відповідного режиму в межах її поясів.

Навколо кожного водозабору централізованого господарсько-питного водопостачання створюється зона санітарної охорони, що включає два або навіть три пояси.

Для водозаборів з поверхневих джерел перший пояс – це пояс суворого режиму. Розміри пояса:

- вгору по річці не менше ніж 200 м,
- вниз по річці і перпендикулярно до берега по суші не менше ніж 100 м,
- перпендикулярно березі по воді вся річка і смуга суші вздовж протилежного берега 50 м, якщо ширина річки під час повені менша за 100 м, або 100 м, якщо ширина річки під час повені понад 100 м.

В межах 1-го поясу зони санітарної охорони забороняється постійне проживання людей, всі види будівництва, випас і водопій худоби, купання людей. Поверхневий стік відводиться за межі пояса; по зовнішньому контуру закладаються зелені насадження.

Другий пояс охоплює ту територію, поверхневий стік з якої помітним чином впливає на якість води в місці водозабору. Для середніх і великих річок зазвичай ширина поясу 50-60 км, для малих річок – весь водозбір, для озер і водосховищ – 3-4 км від берега. В межах 2-го поясу вводяться обмеження на господарське використання землі, зокрема, не дозволяється розпорошення добрив і пестицидів з літака, складування відходів комунального господарства.

Іноді виділяється ще *третій пояс*: його верхньою межею служить

ізохрона добігання 3-5 діб. При середній швидкості течії 0,4 м/с (або 35 км/д), це відповідає відстані 100-170 км, або площі водозбору 2000-5000 км².

Для водозаборів з підземних джерел межа *першого поясу* санітарної охорони встановлюються на відстані 30 м від свердловини при використанні захищених підземних вод і 50 м – недостатньо захищених. Тут вводяться ті ж самі обмеження, що і для водозаборів з поверхневих джерел.

Другий пояс – обмеженого користування. Зовнішня межа його намічається таким чином, щоб час просування патогенних мікроорганізмів по водоносному пласту до водозабору дорівнював 200 діб для міжпластових вод і 400 діб для ґрунтових вод. Якщо прийняти характерну для дрібнопіщаних ґрунтів швидкість течії підземних вод 10 м/д, то це відповідає відстані 2-4 км. При зазначеному часі просування патогенні мікроорганізми повністю відмирають. У межах другого поясу здійснюються такі запобіжні заходи, як засипка невикористовуваних колодязів, тампонування непрацюючих свердловин, благоустрій населених пунктів та т.д.

В окремих випадках виділяється *третій пояс* санітарної охорони, якщо існує загроза забруднення підземних вод гостротоксичними відходами промислового виробництва.

Особливої турботи потребують водосховища, спеціально створювані як джерело господарсько-питного водопостачання. Їх краще розташовувати в районах з нещільним населенням. Рекреаційне використання подібних водосховищ строго регламентується. По берегах створюються лісозахисні смуги.

Найкращим джерелом господарсько-питного водопостачання є міжпластові артезіанські води. Вони перекриті водонепроникними породами, що захищає їх від прямого попадання ЗР. Їх температура і хімічний склад схильні до незначних коливань, каламутність невелика, бактерії майже відсутні. Все це сприятливо для людини і зводить до мінімуму витрати на водопідготовку.

Наступними за артезіанськими водами за ступенем переваги йдуть глибокі ґрунтові води, потім води річок, стічних озер і водосховищ, нарешті, води безстічних озер. Води озер і водосховищ, як правило, містять більше органічних речовин, ніж річкові води. Крім того, багато безстічних озер характеризуються високою мінералізацією води.

Залежно від якості води і необхідного ступеня обробки для доведення її до показників Держстандарту підземні водні об'єкти, придатні для господарсько-питного водопостачання, поділяють на три класи (табл. 2.2).

Підземні джерела водопостачання, вода в яких за всіма показниками відповідає вимогам Держстандарту 2874-82, відносяться до *1-го класу*.

Вода з джерел *2-го класу* має відхилення за окремими показниками від вимог Держстандарту 2874-82, які повинні бути усунені аеруванням, фільтруванням, знезараженням.

До *3-го класу* відносяться джерела, для доведення якості води яких до вимог Держстандарту 2874-82, крім методів обробки, передбачених для води

з джерел 2-го класу, застосовують додаткові методи (фільтрування з попереднім відстоюванням, використанням реагентів і т.д.).

Поверхневі джерела водопостачання також поділяються на три класи (табл. 2.3).

Щоб отримати воду, яка відповідає Держстандарту, воду з джерел 1-го класу піддають знезараженню, фільтруванню з коагулюванням або без нього.

Воду з джерел 2-го класу слід коагулювати, відстоювати, фільтрувати і знезаражувати, а при наявності фітопланктону – піддавати мікрофільтруванню.

Вода з джерел 3-го класу, крім обробки, передбаченої для води з джерел 2-го класу для доведення до вимог Держстандарту, підлягає додатковому освітленню; застосовуються окислювальні, сорбційні, а також більш ефективні методи знезараження.

Таблиця 2.2 – Показники якості води підземних джерел водопостачання

Найменування показника	Показники якості води підземних джерел за класами, не більше		
	1	2	3
Сухий залишок, мг/дм ³	1000(1500)	1000(1500)	1000(1500)
Хлориди, мг/дм ³	350	350	350
Сульфати, мг/дм ³	500	500	500
Жорсткість загальна, мг-екв/дм ³	7(10)	7(10)	7(10)
Каламутність, мг/дм ³	1,5	1,5	10
Кольоровість, градуси	20	20	50
Водневий показник (рН)	6-9	6-9	6-9
Fe, мг/дм ³	0,3	10	20,0
Mn, мг/дм ³	0,1	1	2
H ₂ S, мг/дм ³	отс	3	10
F, мг/дм ³	1,5-0,7	1,5-0,7	5
Колі-індекс, шт/дм ³	3	100	1000

Питання про вибір джерела водопостачання вирішується в кожному випадку індивідуально. За техніко-економічними показниками забір води в об'ємі 80-100 тис.м³/д і більше необхідно переважно здійснювати з поверхневих джерел. Раціонально, щоб водоемні підприємства (металургійні, целюлозно-паперові, нафтохімічні і т.д.) забирали воду безпосередньо з поверхневих джерел. Маловодоемні підприємства (електротехнічні, будівельні, парфумерні та ін.) можуть користуватися водою з міських водопроводів.

Через надзвичайну цінність артезіанські води повинні розглядатися як стратегічний резерв і витрачатися дуже економно.

Необхідно зважати на те, що в місці інтенсивного відбору підземних вод утворюється депресійна воронка з центром в місці відкачування. На перших порах спрацьовуються вікові запаси, і рівень підземних вод знижується повільно. Потім темп зниження зростає. Одночасно збільшується площа

воронки. Згодом встановлюється рівновага між припливом підземних вод до периферії воронки і поповненням за рахунок інфільтрації талих і дощових вод, з одного боку, і відкачуванням – з іншого. Зниження рівня води в центрі воронки може досягати багатьох десятків метрів (наприклад, в районі м.Старий Оскол 93 м). Для стаціонарних умов: чим більший відбір, тим глибша воронка і значніша її площа. При близькому до поверхні заляганні водоносних горизонтів і безпосередній взаємодії поверхневих і підземних вод депресійна воронка не набуває великого розвитку. Радіус її не перевищує 20-25 км. При глибокому заляганні водоносних горизонтів, коли зв'язок поверхневих і підземних вод ускладнений, радіус воронки може обчислюватися багатьма десятками і навіть сотнями кілометрів.

Таблиця 2.3 – Показники якості води поверхневих джерел водопостачання

Найменування показника	Показники якості води джерела по класах, не більше		
	1	2	3
Сухий залишок, мг/дм ³	1000(1500)	1000(1500)	1000(1500)
Хлориди, мг/дм ³	350	350	350
Сульфати, мг/дм ³	500	500	500
Жорсткість загальна, мг-екв/дм ³	7(10)	7(10)	7(10)
Каламутність, мг/дм ³	20	1500	10000
Кольоровість, градуси	35	120	200
Запах при 20 і 60 ° С, бали	2	3	4
Водневий показник (рН)	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5
Fe, мг/дм ³	1	3	5
Mn, мг/дм ³	0,1	1	2
Фітопланктон, мг/дм ³	1	5	50
Фітопланктон, клітин/см ³	1000	10000	100 000
Окислюваність, мг О ₂ /дм ³	7	15	20
БСК _{повн} , мг О ₂ /дм ³	3	5	7
Колі-індекс	1000	10000	50 000

Негативні наслідки утворення депресійної воронки підземних вод досить різноманітні. Осідає місцевість, внаслідок чого пошкоджуються будівлі, дороги, трубопроводи і т.д. Висихають колодязі і джерела. Зменшується водність річок, в основному малих, в меженний період. Через «вікна» в руслах річок в підземні горизонти проникають забруднені поверхневі води. Ситуація складається особливо несприятливо, коли з дна річок вичерпується пісок і гравій для потреб будівництва. Людина при цьому сама створює додаткові «вікна». У приморських районах надмірна відкачка підземних вод нерідко супроводжується інтрузією солоних морських вод. Саме так сталося на Балтійському узбережжі в районі Лієпаї, Таллінна та Клайпеди. Надмірне зниження рівня ґрунтових вод може призвести до висихання лісів, в першу чергу, в річкових заплавах і на підзаплавних терасах. Подібне явище

спостерігалось уздовж Сіверського Дінця, Сейму, Дністра та інших річок.

У безводних районах іноді вдаються до опріснення сильно мінералізованих підземних або морських вод за допомогою дистиляції, гіперфільтрації, виморожування та ін. При цьому вартість підготовки такої води в 7-10 разів вища, ніж з річки. Витрати різко зростають, якщо вихідна вода має велику жорсткість і збагачена сульфатами.

2.6 Характеристика вод за видами їх використання

Вода використовується для пиття, господарсько-побутових потреб промислового виробництва, транспорту і сільськогосподарського господарства.

Основним показником, який визначає придатність води для різних цілей, є склад і концентрація в ній домішок. Особливі вимоги ставляться до питної води, оскільки від цього залежить здоров'я людей.

Якість води, що використовується в промисловості, в значній мірі визначає ефективність роботи підприємств, собівартість продукції. Широкий розвиток хімічної промисловості вимагає значного вдосконалення і розширення діапазону методів підготовки води, оскільки хімічні виробництва висувують специфічні, іноді дуже суворі вимоги до якості води.

Залежно від цільового призначення води виділяють такі системи водопостачання:

- 1) господарсько-питні, які забезпечують також харчову промисловість;
- 2) виробничі або технічні (для технологічних процесів виробництва, охолодження пароагрегатів, рідких і газоподібних продуктів в холодильниках і конденсаторах).
- 3) сільськогосподарські.

Господарсько-питні води. Фізіологічна потреба людини у воді, тобто кількість води, яка споживається організмом з питвом і їжею, невелика – від 2,0-2,5 дм³/д в умовах холодного клімату до 3,5-5,0 дм³/д в умовах жаркого клімату. Основна маса води витрачається на різні господарські потреби – приготування їжі, прання білизни, миття у ваннах, змив випорожнень в туалетах і т.ін.

У сучасних містах приблизно 60% всієї води йде на задоволення особистих потреб людей, 30% витрачається на комунальних підприємствах і ще 10% – на підтримку чистоти і пожежогасіння. Вважається, що в системах господарсько-питного водопостачання міста в середньому 15-20% втрачається безповоротно, хоча відомі випадки втрат до 30-35%. Це служить однією з причин підтоплення деяких міст, а також підвищеного підземного живлення невеликих річок.

В Україні наказом МОЗ України від 12 травня 2010 року № 400 затверджені Державні санітарні норми і правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Цей

наказ набрав чинності з 16.07.2010, крім таблиці 2 додатка 2, яка вступила в силу з 1 січня 2015 року, і таблиці 3 додатка 2, яка набирає чинності з 1 січня 2020 року. Дані Державні санітарні норми і правила (ДСанПіН 2.2.4-171-10) - обов'язкові для виконання як нормативно-правовий акт центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я.

Національний стандарт ДСТУ 7525: 2014 "Вода питна. Вимоги та методи контролю якості" вперше впроваджені в Україні. Цей стандарт вступив в силу з 01 лютого 2015 року. Вимоги даного національного стандарту є добровільними для застосування і суб'єкт господарської діяльності самостійно приймає рішення щодо застосування положень ДСТУ 7525: 2014 "Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості" в сфері своєї діяльності.

Отже, в Україні вимоги Державних санітарних норм і правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) є обов'язковими для виконання органами виконавчої влади, місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями незалежно від форми власності та підпорядкування, діяльність яких пов'язана з проектуванням, будівництвом і експлуатацією систем питного водопостачання, виробництвом та обігом питних вод, наглядом і контролем в сфері питного водопостачання населення, та громадянами.

В Європейському Союзі Директивою Ради ЄС 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року щодо якості питної води, призначеної для споживання людиною регламентуються вимоги до показників якості та безпеки води питної. Положення цієї Директиви є обов'язковими до виконання всіма країнами-учасниками Європейського Союзу. Згідно Директиви ЄС 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року, "вода, призначена для споживання людиною" це:

- будь-яка вода в першоствореному стані або після очищення, призначена для пиття, приготування страв, приготування харчових продуктів або для інших побутових цілей, незалежно від походження води і від того, чи вона подана з водорозподільної системи, з автоцистерни, або доставлена в пляшках або контейнерах;

- будь-яка вода на будь-якому підприємстві з виробництва харчових продуктів, призначена для виготовлення, обробки, консервації або реалізації продуктів або речовин, призначених для споживання людиною, якщо компетентні національні організації задоволені її якістю і вважають, що якість води не може несприятливо вплинути на корисність готових харчових продуктів.

Прийняті в Україні ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" розроблялися з урахуванням вимог Директиви Ради ЄС 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року.

Які істотні відмінності між ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" і Директивою Ради ЄС 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року щодо якості води, призначеної для споживання людиною?

Необхідно відзначити, що в Директиві Ради ЄС 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року встановлені вимоги до показників якості та безпеки води питної без поділу її на водопровідну, з колодязів (каптажів джерел) і фасовану воду. В Україні в ДСанПіН 2.2.4-171-10 вимоги встановлюються окремо для водопровідної води, окремо для води з колодязів (каптажів джерел) і окремо для води фасованої. Причому, вимоги до фасованої води істотно відрізняються від вимог для водопровідної води.

В ДСанПіН 2.2.4-171-10 вимоги до показників безпеки фасованої води в багатьох випадках є жорсткішими, ніж вимоги Директиви Ради ЄС 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 (це стосується вмісту бенз(а)пірену, броматов, кадмію, міді, 1,2 -діхлоретана, ртуті, тощо), тоді як в колодязної води і воді з каптажів джерел вимоги за вмістом нітритів не відповідають вимогам, встановленим у Директиві Ради ЄС 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 (вимоги ЄС не більше 0,50 мг/л, вимоги ДСанПіН 2.2.4-171-10 не більш 3,3 мг/л).

В ДСанПіН 2.2.4-171-10 відсутні вимоги до контролювання вмісту поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Ці речовини відносяться до речовин 1 класу небезпеки і є дуже небезпечними для здоров'я людини. Не передбачено контролювання залишкового вмісту мономерів у воді під час контакту води з полімерними матеріалами (акріламід, епіхлоргідрин, хлористий вініл). Українські виробники, які здійснюють постачання продукції в країни ЄС повинні забезпечити проведення контролю води питної на відповідність вимог Директиви Ради ЄС 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року.

В ДСанПіН 2.2.4-171-10 передбачена вимога щодо узгодження тексту споживчого маркування води питної фасованої центральним органом виконавчої влади з питань охорони здоров'я на підставі позитивного висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи, виданого Державною санітарно-епідеміологічною службою України. Така вимога в Директиві Ради ЄС 98/83 / ЄС від 3 листопада 1998 року відсутня.

Вода для постачання промисловості. Вода в промисловості використовується в самих різних цілях: охолодження, промивання, зволоження, гідротранспорт, пароутворення, робоче середовище, виготовлення продукції та ін. При вирішенні задачі водопостачання промислового підприємства вирішуються такі питання:

- вимоги до кількості та якості природної води, яка забирається з джерела;
- вибір джерела водопостачання;
- вибір системи водопостачання;
- оцінка кількості і якості відпрацьованої або СВ;
- технологія та ступінь очищення СВ;
- доцільність і технологія добування та утилізації цінних речовин, що містяться в СВ.

За кількістю використовуваної води перше місце займає процес охолодження печей і апаратури. Багато води витрачається на підприємствах целюлозно-паперової промисловості, на хутропереробних і текстильних

фабриках. Гідротранспорт широко практикується на ТЕС для шлако- і золовидалення, на збагачувальних фабриках для переміщення породи і т. д.

Для промисловості характерне рівномірне споживання води протягом року.

Питоме водоспоживання, тобто водоспоживання на одиницю продукції, що випускається промислової продукції, залежить від багатьох причин:

- виду і технології виробництва,
- схеми водопостачання,
- технічного стану системи та ін.

Зразкові значення питомого водоспоживання свіжої води для деяких видів найбільш водомістких виробництв при зворотному і послідовної системах водопостачання дані в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Питоме водоспоживання та водовідведення на одиницю продукції (м³)

Вид продукції	Одиниця виміру	Забір свіжої води з джерела	Безповоротне водоспоживання	Скидання СВ
Видобувна промисловість				
Видобуток залізної руди	1 т	0,3	0,15	0,15
Видобуток вугілля в шахтах	1 т	0,5	0,2	0,3
Видобуток нафти	1 т	3,6	3,2	0,4
Видобуток газу	1000 м ³	15	12	3
Теплоенергетика				
Ел.енергія на ТЕС	1 МВт*ч	6,0	1,4	4,6
Ел. енергія на АЕС	1 МВт*ч	9,2	3,0	6,2
Нафтопереробна промисловість				
Продукція НПЗ паливного профілю	1 т нафти	0,6	0,4	0,2
Будівельна промисловість				
Збірний залізобетон	1 м ³	2,0	1,1	0,9
Цегла силікатна	1000 шт	1,6	0,6	1,0
Харчова промисловість				
М'ясо	1 т	27	3,0	24,0
Ковбаси	1 т	15,5	2,9	12,6
Молочні продукти	1 т	6	1	5
Консерви рибні	1 т банок	31,6	0,4	31,2

Вимоги до якості води з боку промислових виробництв дуже різняться.

Мінімальні вимоги ставляться, коли вода використовується для гідротранспорту і охолодження.

Найбільш жорсткі вимоги в харчовій промисловості і коли вода, будучи технологічною сировиною, входить до складу продукції, що виготовляється.

В цілому промислове виробництво найбільше чутливе до мінералізації, каламутності і жорсткості води. З ними пов'язане відкладення солей на стінках труб і котлів, засмічення апаратури, корозія сталі, бетону та інших матеріалів.

Технічна вода для паросилових установок повинна мати якомога меншу жорсткість. Присутність у воді солей кальцію і магнію служить причиною утворення накипу на стінках котлів та радіаторів. Суть явища полягає в тому, що при нагріванні води до кипіння випаровується вуглекислий газ CO_2 , порушується карбонатна рівновага, і карбонати кальцію і магнію випадають в осад. Оскільки накип має низьку теплопровідність, то зростає витрата палива, під шаром накипу перегрівається метал, виникають здуття і тріщини, можливі аварії. Так, накип на стінках котлів всього в 1 мм збільшує витрату палива на 1,5-2%.

Загальна жорсткість води поділяється на переборну, або тимчасову (тобто видаляється при кип'ятінні) і постійну, або непереборну (залишається після кип'ятіння). Залежно від конструкції котлів і від тиску пара допустима загальна жорсткість від 2 до 7 ммоль/дм³. За необхідності проводиться попереднє пом'якшення води шляхом, наприклад, додавання содово-вапняного розчину.

Щоб уникнути засмічення теплообмінних апаратів каламутність води не повинна перевищувати 50-100 мг/дм³.

Перенасичення води киснем і вуглекислим газом, мале значення рН, а головне, значна концентрація хлоридів і сульфатів сприяє корозії металу.

Крім загальних вимог багато видів виробництва пред'являють специфічні вимоги до якості технічної води:

- целюлозно-паперова, промисловість дуже чутлива до каламутності,
- цукрова – до мінералізації, оскільки підвищена концентрація солей ускладнює варіння і кристалізацію цукру,
- текстильна – до жорсткості, наявності заліза і марганцю,
- пивоварна – до наявності гіпсу, тому що CaSO_4 заважає бродінню солоду,
- харчова – використовує воду питної якості,
- молочна, консервна, виробництво алкогольних напоїв – використовують воду, що не містить і хлористого кальцію.

Всі ці вимоги регламентуються відомчими нормативами і викладені в довідниках. Там же наводиться склад виробничих СВ.

Вода, яка використовується в сільському господарстві. Поняття «сільськогосподарське водопостачання» включає в себе задоволення потреби у воді населених пунктів, тваринницьких комплексів і ферм, а також польове і пасовищне водопостачання. Зрошення полів не входить в поняття, що розглядається.

Для сільських населених пунктів при централізованому водопостачанні приймаються ті ж норми на душу населення, що і для міст, але коефіцієнти

добової і нерівномірності значно більше ($K_{доб} = 1,7$ і $K_{ч} = 3,5$). Повинна бути додатково врахована витрата води в комунальних установах і громадських будівлях (лазні, їдальні, пральні, клуби, лікарні, школи та ін.), а також в гаражах, ремонтних майстернях, підприємствах з переробки сільськогосподарської продукції, на пожежогасіння. Найбільше води витрачається в лазнях і пральнях (в лазнях на одну особу, що миється – 150-170 $дм^3$, в пральнях на 1 кг сухої білизни – 40-50 $дм^3$). У разі відсутності водопроводу мінімальна добова норма 10-20 $дм^3/доб$ на 1 чол. Зазвичай сільськогосподарське водопостачання орієнтується на розрахункову забезпеченість 75-80%.

Багато води в сільському господарстві використовується на тваринницьких комплексах і фермах. Вода в тваринництві витрачається в різних цілях (напування худоби, приготування кормів, потреби обслуговуючого персоналу та ін.). Особливе значення має спосіб збирання гною – механічний або гідравлічний. Норми водоспоживання в тваринництві приведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Норми споживання води в тваринництві, $дм^3/д$ на 1 голову

Вид тварин	На тваринницьких комплексах і фермах	На пасовищах
Велика рогата худоба	80—100	40—50
Коні	60—80	40—60
Свині	25—60	20—50
Вівці і кози	8—10	4—5
Кролики	2,0—3,0	—
Гуси і качки на відгодівлі	1,8—2,0	—
Кури	0,5—1,0	—

При розрахунках водопостачання може здійснюватися деталізація, наприклад, дорослі свині і поросята, корови м'ясні та молочні та т.і. Молодняк споживає в 2-3 рази менше води. Великі цифри відносяться до посушливих районів, менші цифри – до районів надмірного зволоження. Коефіцієнт нерівномірності для тваринницьких комплексів $K_{доб} = 2,5$. Приблизно половина води витрачається на гідрозмив гною з приміщень.

Вимоги до якості води для сільських населених пунктів з централізованим водопостачанням ті ж, що і для міст. При децентралізованому водопостачанні вимоги дещо слабшають:

- запахи і присмаки до 3 балів,
- кольоровість до 30°,
- жорсткість до 10 ммоль/ $дм^3$.

Вода для тварин в основному повинна відповідати вимогам до питної води, хоча за такими показниками, як кольоровість, прозорість і запах вимоги можуть бути дещо знижені. Температура води повинна знаходитися в межах 8 - 15 °С, допустимий ступінь мінералізації води в цілому визначається її

смаковими якостями.

Вода для зрошення повинна містити незначну кількість мінеральних солей, оскільки інакше виникає небезпека засолення ґрунту в результаті випаровування води і акумуляції солей, які в ній містяться. У той же час допустимі значення мінералізації можуть змінюватися в широких межах залежно від умов поливу, дренажу, метео- та агротехнічних факторів. Вода з мінералізацією до 1 г /дм³ є придатною для зрошення у всіх випадках. При поганих умовах дренажу і слабофільтруючих ґрунтах гранично допустимий вміст солей не повинен перевищувати 1,5 г/дм³.

2.7 Норми водопостачання

Водопровідна система є складною ймовірнісною системою з практично не передбаченими режимами роботи. Крім того, відпровідні системи динамічно розвиваються в часі. Збільшення кількості споживачів, зростання ступеня благоустрою будівель, збільшенні площ для поливу – все це робить завдання проектування системи водопостачання та її елементів, а також планування господарської діяльності водопровідних підприємств вкрай складним.

З урахуванням коефіцієнтів добової і годинної нерівномірності водоспоживання ($K_{доб}$ і $K_{г}$) загальна витрата води (Q , м³/с), на яку розраховується система господарсько-питного водопостачання, визначається як

$$Q = \frac{NqK_{доб}K_{г}}{86,4 \cdot 10^6}$$

де N – кількість мешканців, q - норма споживання води (дм³/д на 1 чол.).

Коефіцієнт $K_{г} = \alpha_{г}\beta_{г}$, причому параметр $\alpha_{г}$ враховує такі місцеві умови, як режим роботи підприємств, впорядкованість будівель тощо. (Зазвичай $\alpha_{г} = 1,2-1,4$), а параметр $\beta_{г}$ приймається в залежності, від чисельності населення (табл. 2.6) :

Таблиця 2.6 – Чисельні значення коефіцієнта $\beta_{г}$

Чисельність, тис. чол.	$\leq 1,0$	2,5	6,0	10	20	50	100	≥ 300
$\beta_{г}$	2,0	1,6	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,0

Розрахункова погодинна витрата $Q_{г, макс}$, м³/год, визначається з урахуванням нерівномірності водоспоживання. Нерівномірність викликана тим, що протягом доби населення споживає воду не постійно, відповідно до укладу життя, графіка роботи підприємств, денного і нічного водоспоживання:

$$q_{год макс} = k_{г. макс.} Q_{доб макс} / 24,$$

де $k_{г. макс.}$ – коефіцієнт нерівномірності.

Коефіцієнт нерівномірності залежить від ступеня благоустрою будівель і числа жителів

$$k_{г. макс.} = \alpha_{макс} \cdot \beta_{макс},$$

де $\alpha_{макс}$ – коефіцієнт, який залежить від ступеня благоустрою будівель (1,2 - 1,4);

$\beta_{макс}$ – коефіцієнт, який залежить від числа мешканців (табл. 2.7)

Таблиця 2.7 - Значення коефіцієнта $\beta_{макс}$

Коефіцієнт	Число мешканців, тис. чол.						
	До 0,1	0,2	0,5	1	2,5	10	100
$\beta_{макс}$	4,5	3,5	2,5	2	1,6	1,3	1,1
$\beta_{мин}$	0,01	0,02	0,05	0,1	0,1	0,4	0,7

Добовий режим водоспоживання залежно від коефіцієнта нерівномірності різний (табл. 2.8)

Таблиця 2.8 – Норми господарсько-питного водопостачання і коефіцієнти добової нерівномірності

Ступінь благоустрою населеного пункту	Норма водоспоживання, $дм^3/д$ на 1 чол	Коефіцієнт добової нерівномірності $K_{доб}$
Будинки без водопроводу і каналізації	30—50	1,20—1,33
Будинки з водопроводом і каналізацією, без ванн	125—150	1,12—1,15
Будинки з водопроводом, каналізацією та ваннами з газовими колонками	180—230	1,09—1,11
Будинки з водопроводом, каналізацією, ваннами і гарячим централізованим водопостачанням	275—400	1,05—1,09

Примітка. Найбільше значення відноситься до південних районів, найменше – до північних.

Досвід експлуатації дозволяє розробити ймовірний графік водоспоживання. Ці графіки необхідні для визначення розрахункового секундного витрати, режимів роботи підприємств та миття території міста.

3 ФІЗИЧНІ І ХІМІЧНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ

3.1 Класифікація домішок за фазоводісперсним станом

Найбільш загальними і характерними ознаками ЗР (по Л.А.Кульському) є форми знаходження їх у воді. Тому в основу принципу класифікації домішок і технологічних прийомів водоочистки їм запропоновано поняття про їх фізико-хімічний стані у воді. Цей стан значною мірою характеризується дисперсністю речовин і визначає закономірності процесів у водному середовищі.

Всі ЗР (домішки) природних і СВ об'єднані в чотири групи із загальним для кожної групи набором методів водоочищення, який зумовлюється формою знаходження домішок у воді (табл. 3.1).

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

Друга група домішок води – різні типи гідрофільних і гідрофобних систем, високомолекулярні речовини і детергенти – можуть вилучатися з води за допомогою різних методів і технологічних прийомів. Використовується обробка води хлором, озоном та іншими окислювачами. При цьому знижується кольоровість води, знищуються мікроорганізми, руйнуються гідрофільні колоїди, що створює сприятливі умови для наступної коагуляції, прискорюється процес утворення пластівців і осаду.

Для *третьої групи* домішок, які є молекулярними розчинами, найбільш ефективними є аерація, окислення, адсорбція.

Для *четвертої групи* домішок (електролітів), технологія очищення води зводиться до зв'язування іонів в малорозчинні і малодисоційовані сполуки за допомогою реагентів.

3.2 Основні технологічні процеси очищення води

Необхідність обробки води виникає тоді, коли якість води природних джерел не задовольняє необхідні вимоги. Така невідповідність може бути тимчасовою (сезонним) або постійною. Характер і ступінь невідповідності якості води джерела вимогам користувача зумовлює вибір методів обробки води. Якщо при цьому можуть бути використані різні методи очищення, то їх вибір проводиться на основі техніко-економічних розрахунків.

Розрізняють поняття: більш широке – водоочищення і більш вузьке – водопідготовка.

Таблиця 3.1 – Класифікація домішок води за їх фазоводісперсним станом і методи водоочищення, які використовуються для їх видалення
А – гомогенна (однорідна), Б – гетерогенна (неоднорідна) системи

Група	Форми знаходження домішок	Методи водоочищення
1-А 10^{-2} - 10^{-4} см	Зважені речовини (суспензії і емульсії, які визначають мутність води, а також мікроорганізми і планктон)	механічний безреагентний розподіл; окислення хлором, озonom; адгезія на гідроксид алюмінію або заліза, а також на зернистих і високозернистих матеріалах; флотация суспензій і емульсій; агрегація флокулянтами; бактерицидну вплив на мікробів і суперечки; електрофільтрація і електроутримання мікроорганізмів
2-А 10^{-5} - 10^{-6} см	Колоїдні розчини і високомолекулярні сполуки, які визначають окислюваність і кольоровість води, а також віруси	діаліз, ультрафільтрація; окислення хлором, озonom; адсорбція на гідроксид алюмінію і заліза, а також на високодисперсних глинистих мінералах; коагуляція колоїдних систем; агрегація флокулянтами катіонного типу; віруліцидний вплив; електрофорез і електродіаліз
3-Б 10^{-6} - 10^{-7} см	Молекулярні розчини (гази, розчинені у воді органічні речовини, які визначають запахи і присмаки)	аерація, евапорація, десорбція газів і летючих органічних сполук при аерування; окислення хлором, оксидом хлору, озonom, перманганатом; адсорбція на активованому вугіллі та інших матеріалах; екстракція органічними розчинниками; асоціація молекул; біохімічне розкладання; поляризація молекул в електричному полі
4-Б 10^{-7} см	Іонні розчини (солі, кислоти, підстави, які визначають мінералізацію води, кислотність або лужність)	гіперфільтрація; переклад іонів в малодисоційовані з'єднання; фіксація іонів на твердій фазі іонітів; сепарація іонів при різному фазовому стані води; переклад іонів в малорозчинні сполуки; мікробне виділення іонів металів; використання мобільності іонів в електричному полі

Водоочищення – це комплекс технологічних процесів, спрямованих на доведення якості води, що надходить у водопровід з джерела водопостачання, до встановлених показників.

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

Водопідготовка проводиться на ТЕС, на транспорті, в комунальному господарстві, на промислових підприємствах.

Хімічні, фізичні та фізико-хімічні процеси, що використовуються для очищення і підготовки води, можна розділити на дві групи:

1 - процеси, пов'язані з корекцією її фізичних і хімічних властивостей;

2 - процеси, які забезпечують знезараження води, тобто звільнення від шкідливих бактерій і мікроорганізмів.

Водоочищення

Освітлення, усунення кольоровості, присмаків і запахів. Освітлення і часткове усунення кольоровості води без використання реагентів відбувається при тривалому її *відстоюванні* у спеціально побудованих басейнах-відстійниках або водосховищах. Час освітлення води повинен становити не менше 12 діб, для часткового усунення кольоровості – 12 і більше місяців. Зрозуміло, що такий метод використовується рідко. Відстоювання води забезпечує видалення з неї основної маси зважених часток. Найбільш простий процес відстоювання здійснюється в нерухомому середовищі. При відстоюванні зважених речовин можливе як вільне, так і взаємне осадження (коли одні частинки захоплюють інші, сприяючи процесу осадження). Експериментально встановлено, що швидкість осадження частинок в природних водах пропорційна величині

$$(t + 23)/23,$$

де t – температура води, °C.

До безреагентних методів відноситься також *повільне фільтрування*. Характерна особливість – дуже малі швидкості фільтрування (0,1 - 0,2 м/рік) і використання фільтруючого матеріалу (зазвичай кварцового річкового піску) з дрібними фракціями (0,25-0,35 мм), який затримує зважені речовини.

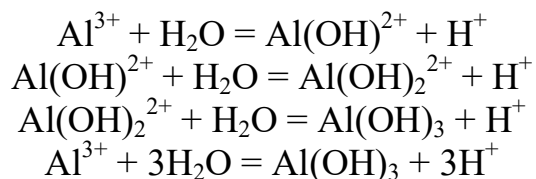
Реагентні методи обробки води ґрунтуються на використанні спеціальних хімічних речовин (коагулянтів) і називаються *коагуляцією*. В результаті цього процесу в воді утворюються пластівці, що включають зважені і колоїдні частинки, які надають воді мутність і кольоровість. Потім ці пластівці осідають і забезпечують освітлення та усунення кольоровості.

Коагулянти є солі слабких основ і сильних кислот - сульфат алюмінію $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, сульфат заліза (II) і (III) $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ і $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$, хлорне залізо $FeCl_3 \cdot nH_2O$ та ін.

Процес коагуляції домішок води складається з трьох стадій:

- гідролізу коагулянтів і утворення розбавлених золів гідроксидів;
- взаємодії золів гідроксидів з колоїдами і завислими речовинами води з наступною коагуляцією золів;

- процесу утворення пластівців і видалення з води агрегатів, які утворилися.



Повнота протікання гідролізу впливає на весь наступний хід процесу коагуляції, тим більше, що відповідно до санітарно-гігієнічних вимог, утримання навіть невеликих кількостей солей коагулянтів (особливо алюмінієвих) є неприпустимим в очищеній воді.

Укрупнення колоїдних частинок, які утворюються в результат гідролізу коагулянтів, відбувається поступово. Спочатку в результаті броунівського руху утворюються агрегати з масою, недостатньою для їх випадання з розчину. Це так звана стадія прихованої коагуляції. Якщо укрупнення досягає стадії, коли утворюються пластівці, видимі неозброєним оком і осідають під дією сили тяжіння, настає стадія седиментації (осадження). Появі видимих пластівців передуює стадія утворення об'ємної структури, що включає велику кількість води.

У сучасній технології освітлення та усунення кольоровості води все частіше використовуються речовини, які інтенсифікують і покращують процес коагуляції – флокулянти. Їх дія полягає в тому, що вони сприяють утворенню великих, швидко осідаючих у відстійниках, міцніших і щільних пластівців. До флокулянтів відносяться речовини мінерального (активна кремнієва кислота) і органічного (природного і синтетичного) походження. Серед них найбільш відомий поліакриламід.

Видалення пластівців, які утворюються при коагуляції, досягається шляхом відстоювання і фільтрування. Після осаження основної маси завислих частинок вода зазвичай фільтрується – пропускається крізь шар зернистого матеріалу, найчастіше піску. На відміну від повільного фільтрування швидкість процесу становить 5-10 м/рік, і фільтруючий матеріал містить більші фракції (0,5-1,00 мм). Цей процес називається *швидким фільтруванням*.

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

Присмаки і запахи речовин, які

- знаходяться в підвішеному або колоїдному стані, усуваються з води коагуляцією,
- зумовлені підвищеним вмістом неорганічних речовин, які знаходяться в іонному або молекулярному стані – методами корекції мінерального складу води (знесолення, дегазація тощо),
- біологічного походження, а також зумовлені наявністю органічних сполук з промислових СВ – усуваються, в основному, за допомогою окислювачів, адсорбентів, а також аерацією.

Одним з перших і протягом десятиліть єдиним методом усунення з природних вод присмаків і запахів був процес *аерації* води, який заснований на летючості речовин, які їх викликають. У ряді випадків при усуненні запахів і присмаків біологічного походження аерація забезпечує досить повну дезодорацію води. Але цим способом не усуваються стійкі присмаки, які викликані розкладанням водної рослинності, а також забрудненням промисловими СВ. Тому цей спосіб, як правило, використовується в комбінації з іншими. Аерація відбувається в спеціальних установках – аераторах (розбризкують, каскадного або барботажного типу).

Метод окислення передбачає використання сильних окислювачів: хлору, діоксиду хлору, озону, перманганату калію і т.п.

Одними з найбільш поширених промислових речовин, що забруднюють природні води, є феноли, їх присутність у воді в кількості, що перевищує $0,001 \text{ мг/дм}^3$ під час хлорування води з метою знезараження призводить до появи хлорфенольних запахів. Тому для боротьби з хлорфенольними запахами використовують хлорування з аммонізацією. Воно не усуває ці запахи, а попереджає їх виникнення, оскільки хлор більш енергійно реагує з аміаком, ніж з фенолами, утворюючи хлораміни.

Обробка активованим вугіллям – один з найбільш поширених способів дезодорації води. Пояснюється це високою ефективністю вугілля, його універсальністю, а також можливістю успішного використання в будь-який технологічній схемі обробки води.

Активоване вугілля відрізняється розвиненою пористістю і тому має величезну внутрішню поверхню. На такій поверхні виникають сили міжмолекулярної взаємодії, завдяки яким молекули газів, пари або розчинені речовини утримуються активованим вугіллям. В результаті концентрація цих молекул в парах або розчинах зменшується.

З активованого вугілля, який виробляється в Україні, для дезодорації найбільш часто використовують торф'яне вугілля ТАУ, березове вугілля БАУ, кісткове вугілля КАУ, сухе вугілля СУ, лужне активоване антрацит А. На водоочисних спорудах вугілля застосовують у вигляді вугільного порошку або гранул, якими заповнюють фільтри. Вугільні фільтри розміщують зазвичай після освітлювачів, щоб запобігти зниженню адсорбційної ємності вугілля за рахунок поглинання речовин, які надають воді кольоровості.

Результати роботи фільтрів свідчать, що вугілля повністю усуває присмаки і запахи води і значно зменшує кольоровість і окислюваність. Експлуатація та обслуговування фільтрів проста і надійна. Недоліком вугільних фільтрів є велика витрата води на промивання, швидке зниження адсорбційних властивостей вугілля, корозія корпусу фільтра.

Знезараження води хлором і озоном

Хлорування води – один з поширених методів знезараження води на водопроводах. Ця процедура виконується в усіх випадках забору води з поверхневих водойм, а також при використанні води з підземних джерел, бактеріальні показники яких не відповідають вимогам стандарту.

Хлорування води відбувається газоподібним хлором або ж речовинами, які містять активний хлор: гіпохлоритом, хлорамінами, оксидом хлору (IV). На станціях невеликої продуктивності (до 3000 м³/д) для знезараження води допускається використання хлорного вапна.

Знезаражуюча дію хлору пояснюється взаємодією хлорнуватистої кислоти HClO і іонів ClO^- з речовинами, що входять до складу протоплазми клітин бактерій. Випадання його з ферментної системи призводить до порушення обміну речовин і загибелі бактерій. Збудники тифу, дизентерії, холери і бруцельозу дуже чутливі до дії хлору. Але під час хлорування повної стерилізації води не відбувається. У ній залишаються поодинокі представники мікроорганізмів, що залежить від різної стійкості окремих видів мікроорганізмів і вірусів до хлору.

Бактерицидний ефект хлору в значній мірі залежить від його початкової дози і тривалості контакту з водою. Найчастіше на руйнування клітин витрачається незначна частина хлору. Велика його частина йде на реакції з різними органічними і мінеральними домішками, що містяться у воді. Ці реакції протікають з різною швидкістю в залежності від концентрації хлору, рН, температури води і т.п.

Кількість хлору, поглиненого в результаті взаємодії з речовинами, що містяться у воді, називається *хлоропоглинання* води, яке визначається кількістю хлору в мг/дм³, яка витрачається при 30-хвилинному контакті його з досліджуваною водою на окислення і хлорування речовин. До таких речовин відносяться гумус, продукти розкладання клітковини і білкових сполук, солі двовалентного заліза, нітриту, аміак і солі амонію, сірководень.

Зазвичай хлоропоглинання річкових і озерних вод становить 2-2,5 мг Cl_2 /дм³, в ставкових та болотних водах воно підвищується до 5 мг Cl_2 /дм³. Різке підвищення кількості поглиненого хлору може свідчити про забруднення води органічними речовинами.

На практиці при визначенні необхідної дози хлору виходять із загальної потреби у хлорі, що включає хлоропоглинання і деякий надлишок хлору, який забезпечує бактерицидний ефект протягом певного часу. Надлишок хлору необхідний для запобігання повторного бактеріального забруднення води під час проходження через мережу. Вміст залишкового активного хлору у водопровідній воді лімітується стандартом і має сягати на найближчій до насосної станції точці споживання води 0,3-0,5 мг/дм³. Оптимальну дозу хлору, необхідну для отримання заданої величини залишкового хлору, встановлюють шляхом проведення пробного хлорування, в результаті чого будують криву хлоропоглинання води за 30 хв.

Наявність зважених домішок як органічного, так і мінерального походження значно знижує бактерицидний ефект хлорування, їхня поверхня сорбує на собі хлор, вилучаючи його з води. Крім того, бактерії, що знаходяться всередині зважених часток, в меншій мірі піддаються впливу хлору.

Добрі результати знезараження води, бактеріальне забруднення якої перевищує допустиме, дає хлорування підвищеними дозами з подальшим

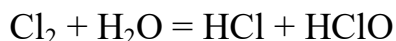
дехлорируванням води. Посилення бактерицидного ефекту невеликих доз хлору може бути досягнуто використанням комбінованих методів хлорування (додаванням до хлорованої води перманганату калію).

Хлор окисляє і руйнує органічні домішки води, в результаті чого знижується кольоровість води, а також інші показники, пов'язані з наявністю у воді органічних речовин, зникають запахи. Відомі випадки, коли хлорування призводить до утворення продуктів, що мають сильний запах. Особливо стійкі і неприємні хлорфенольні запахи і присмаки. Вони виникають під час хлорування води, забрудненої СВ, що містять феноли і інші ароматичні речовини.

Реагенти для хлорування води.

Хлор є газом жовто-зеленого кольору з різким неприємним запахом. Отримують його шляхом електролізу розчину кухонної солі. Сухий хлор при низьких температурах вступає у взаємодію з дуже невеликою кількістю речовин, але при наявності слідів вологи його активність різко зростає. Він безпосередньо сполучається з усіма металами і, окрім кисню, благородних газів, азоту та фтору, з усіма неметалами.

Газоподібний хлор добре розчинний у воді, розчинність його підвищується зі зниженням температури і збільшенням тиску. При насиченні води хлором утворюється хлорна вода, що має сильні окислювальні властивості:



При рН 5 активний хлор знаходиться в розчині в молекулярній формі. В інтервалі рН 5-9,2 утворюється хлорнуватиста кислота з домішками гіпохлоритів. При рН 9,2 активний хлор знаходиться в розчині тільки у вигляді іонів ClO^- . Гідроліз хлору залежить також від тиску, температури, інтенсивності перемішування і інших чинників. Процес гідролізу хлору протікає приблизно за 2 хв.

Хлорнуватиста кислота (HClO) – сильний окислювач, існує тільки в розчині. У сильно розведених розчинах вона не має кольору. Концентровані розчини мають жовтий колір і різкий запах. У нейтральній або лужному середовищі на світлі відбувається її фотохімічні розкладання з виділенням кисню.

При взаємодії хлору з гашеним вапном отримують *хлорне вапно*. Окисні властивості хлорного вапна залежать від наявного в ній аніона хлорнуватистої кислоти. Існуючі способи виробництва хлорного вапна забезпечують вміст активного хлору в межах 32-36%.

Реакція розкладання хлорного вапна водою протікає за рівнянням:



Діоксид хлору (ClO_2) являє собою зеленувато-жовтий отруйний газ із запахом, значно інтенсивнішим, ніж запах хлору. Діоксид хлору легко розчиняється у воді. При обробці води, що містить феноли, не виникає хлорфенольних запахів, оскільки фенол практично окислюється ClO_2 до хинону і малеїнової кислоти, які в малих дозах не надають воді запаху і присмаку.

Методи хлорування води

Хлорування води постійно здійснюється на комунальних водопроводах, крім того, проводиться як короткочасний або періодичний захід, необхідний для дезінфекції ділянок водопроводу, що вводяться в експлуатацію, фільтрів, РЧВ.

При виборі методу хлорування необхідно враховувати цільове призначення цього процесу, наявність ЗР у воді, її характер, специфіку водоочисних споруд. Існуючі методи обробки води хлором і солями, що містять активний хлор, можна об'єднати в дві групи:

- постхлорування води (завершальне)
- прехлорування води (попереднє).

Постхлорування – це процес знезараження води, який проводиться після всіх інших способів її обробки і є завершальним етапом очищення води. Постхлорування може здійснюватися як невеликими дозами (*нормальне хлорування*), так і підвищеними (*перехлорування*).

Нормальне хлорування застосовується для знезараження води, яка відбирається в надійних в санітарному відношенні джерелах і має хороші фізико-хімічні показники. Дози хлору повинні забезпечувати необхідний бактерицидний ефект без погіршення органолептичних показників якості води. Кількість залишкового хлору після 30-хвилинного контакту з водою допускається не вище $0,5 \text{ мг/дм}^3$, оскільки при більш високих концентраціях вода набуває специфічного запаху і присмаку.

Перехлорування використовується в тих випадках, коли спостерігаються різкі коливання бактеріального забруднення води і коли нормальне хлорування не дає потрібного бактерицидного ефекту. Перехлорування усуває багато неприємних присмаків, запахів і в деяких випадках може використовуватися для очищення води від токсичних речовин.

Доза залишкового хлору при перехлоруванні в межах $3\text{-}10 \text{ мг/дм}^3$. Відомі випадки, коли перехлорування проводилося дуже високими дозами – до 100 мг/дм^3 (*суперхлорування*). При великих дозах хлору досягається швидкий ефект.

Залишкові кількості хлору, що перевищують допустиму концентрацію, усуваються *дехлоруванням*. При невеликому надлишку хлор може бути усунутий аерацією, а при високих концентраціях залишкового хлору застосовуються хімічні методи. З них найбільш поширена обробка води активованим вугіллям.

Комбіновані методи хлорування, тобто обробка води хлором разом з іншими бактерицидними препаратами (тиосульфатом, сульфитом натрію, бісульфітом натрію), можуть використовуватися для посилення дії хлору або фіксації його у воді на довший термін. До комбінованих методів належать: хлорування з мангануванням (додається KMnO_4), хлорсрібний і хлормідний способи (в воду вводяться одночасно хлор і іони Ag і Cu), а також хлорування з аммонізацією (вводиться аміак чи солі амонію). Комбіновані методи використовуються не тільки для обробки великих обсягів води на

стаціонарних водопроводах, але і як індивідуальні засоби знезараження води.

Прехлорування води використовується як засіб, що поліпшує деякі процеси очищення води (наприклад, коагуляцію і усунення заліза), а також як ефективний засіб знешкодження деяких токсичних речовин. Прехлорування, як правило, здійснюється великими дозами хлору, але на відміну від перехлорування воно не вимагає подальшого дехлорування води, оскільки надлишок хлору зазвичай повністю усувається при наступних процесах її обробки. Надмірний хлор витрачається на окислення різноманітних домішок води, сорбується пластівцями коагулянту, окислює організми, що розвиваються на поверхні і в товщі наповнювачів фільтрів.

Практичне використання процесу хлорування води в основному зводиться до пре- і постхлорування. Застосовується також подвійне хлорування (пре- і постхлорування). До кожного з цих процесів висуваються різні вимоги:

- попереднє хлорування проводять, щоб підготувати воду до наступних етапів очищення;
- від завершального хлорування потрібне забезпечення необхідної концентрації залишкового хлору у воді, яка гарантує санітарну якість води (хлор вводиться після фільтрів).
- подвійне хлорування використовується при високій кольоровості вихідної води і при підвищеному вмісті в ній органічних речовин.

Утворення токсичних хлорорганічних сполук при хлоруванні води

При хлоруванні води витрата хлору на реакцію з різними органічними речовинами, % від загальної дози хлору:

- | | |
|---|----------|
| • Окислення органічних речовин до CO_2 | 50 - 80 |
| • Утворення галогенацетонітрила | 0 - 5 |
| • Утворення тригалогенметанів (ТГМ) | 0,5 - 5 |
| • Утворення хлорвмісних сполук (без ТГМ) | 1 - 6 |
| • Інші реакції | залишок. |

Потрібно чітко знати, що за певних умов при обробці води активним хлором можуть утворюватися небезпечні для здоров'я людини речовини, зокрема:

- хлороформ (має канцерогенну активність);
- діхлорбромметан, хлорбромметан, трібромметан (мають мутагенні властивості);
- 2, 4, 6-трихлорфенол, 2-хлорфенол, діхлорацетонітріл, хлорпіридин, поліхлоровані біфеніли (імунотоксичності і канцерогенні властивості).

Медиками виявлено взаємозв'язок між кількістю онкологічних захворювань і споживанням населенням хлорованої води, яка містила галоген органічні сполуки. Для шести високопріоритетних летючих хлорорганічних сполук (ЛХС) Міністерство охорони здоров'я встановило орієнтовно безпечні рівні їх впливу на людину (ОБРВ) з урахуванням бластомогенної активності (табл. 3.2).

У Концепції поліпшення якості питної води в Україні, яка була розроблена відповідно до прийнятої урядом 1991 р. науково-соціальної програми "Питна вода", передбачено розробку та впровадження сучасних технологій отримання якісної питної води з використанням озону, перексиду водню, що виключає застосування хлору в технології очищення і запобігає утворенню високотоксичних хлорорганічних сполук.

Таблиця 3.2 – Високопріоритетні ЛХС і їх допустимі концентрації в питній воді, мг/дм³

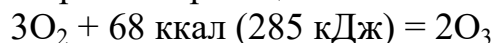
Сполуки	ОБРВ за токсикологічною ознакою шкідливості	ОБРВ з урахуванням бластоомогенної активності
хлороформ	1	0,06
чотирихлористий вуглець	0,4	0,006
1,2-Дихлоретан	0,1	0,02
1,1-Дихлоретан	6	0,006
трихлоретилен	0,8	0,06
тетрахлоретилен	0,2	0,02

Але найближчим часом, як вважає ряд учених, при масовому централізованому водопостачанні відмовитися від знезараження води методом хлорування буде складно з економічних і технологічних причин.

Озонування води. Одним з ефективних методів знезараження води є її обробка озоном. Озон, як відомо, є модифікацією кисню, і молекула його на відміну від молекули кисню (O₂) складається не з двох, а з трьох атомів (O₃).

Характерний запах озону відчувається при його вмісті в повітрі навіть в співвідношенні 1:500000. Озон є вибухонебезпечним газом синюватого кольору з різким характерним запахом. Маса 1 л озону 2,1445 г; густина газоподібного озону по кисню 1,5, по повітрю 1,62; нижня температура кипіння 112 °С, озон скраплюється в темно-синю рідину з густиною 1,71 г/см³. Розчинність озону при 0 °С у воді 0,394 г/дм³, тобто в 15 разів більша, ніж у кисню (0,049 г/дм³).

Озон утворюється за оберненою реакцією:



Молекула O₃ нестійка і мимоволі перетворюється в O₂ з виділенням тепла. При невеликих концентраціях без сторонніх домішок озон розкладається повільно, при великих – з вибухом. Нагрівання і контакт озону з мінімальними кількостями органічних речовин, деяких металів або їх оксидів різко прискорює його реакційну здатність. І навпаки, присутність значної кількості HNO₃ стабілізує озон, в ємностях зі скла, деяких пластмас і металів озон при температурі 78 °С практично не розкладається. Озон є одним з найбільш сильних окислювачів, набагато сильніший, аніж кисень.

У промисловості озон одержують з повітря в озонаторах, пропускаючи тихий електричний розряд за низьких температур. Зріджується O₃ краще, ніж

O₂, і тому їх легко розділити.

Озонування води ґрунтується на властивості озону розкладатися у воді з утворенням атомарного кисню ($O_3 = O_2 + O$), який руйнує ферментні системи мікробних клітин, окисляє деякі сполуки, які надають воді неприємного запаху (наприклад, гумінові основи).

Кількість бактерій після озонування зменшується на 98,8%, витрата озону на знезараження води залежить від ступеня забруднення води і коливається в межах 0,5-4,5 г/м³ при контакті близько 8-10 хв. Знезаражуюча дія озону на патогенні мікроорганізми в 15-20, а на спорові форми бактерій приблизно в 300-600 разів сильніша, ніж хлору. З економічних міркувань доцільніше обробляти озоном попередньо оброблену коагулянтами воду. В цьому випадку витрата озону зменшується в 2-3 рази, тому що частина зважених речовин і органічних сполук вже затримана в очисних спорудах.

Кількість залишкового озону не повинна перевищувати 0,3-0,5 мг/дм³, оскільки більш високі дози додають воді специфічного запаху і викликають значну корозію водопровідних труб.

Озонування – один з найкращих способів знезараження води. Вода при цьому не збагачується додатковими домішками. Остаточний невикористаний озон через короткий проміжок часу розпадається і перетворюється в кисень. Перші досліді з озонування дніпровської води в Києві було проведено в 1908 р., а промислова озонаторна установка на дніпровському водозаборі була встановлена у 1974 р.

Озонування води є відповідальним технологічним процесом, який вимагає великих витрат електроенергії, застосування складних приладів і висококваліфікованого технагляду, оскільки концентрований озон – отруйний газ. Це є стримуючим фактором для його широкого застосування. За літературними даними, в світі діє понад 3 тис. озонаторних установок різної потужності.

Безреагентні методи знезараження води.

Знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням. Негативний вплив світла на розвиток більшості бактерій було помічено давно. Механізм дії світла довгий час залишався невідомим. При більш детальному вивченні цього явища було встановлено, що бактерицидними властивостями характеризується, в основному, короткохвильова частина спектра. В кінці XIX ст. російський вчений О.М. Маклаков встановив бактерицидну дію ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвиль от 2000 до 2950 А (1 ангстрем дорівнює 10⁻⁸ см), причому максимально ефективним є випромінювання з довжиною хвиль близько 2600 А. У наш час досить правильним поясненням бактерицидних властивостей ультрафіолетового випромінювання є те, що воно впливає на білкові молекули і ферменти цитоплазми клітин, змінюючи структуру, що викликає загибель клітини.

Знезараженню ультрафіолетовим випромінюванням найкраще піддається очищена прозора вода, кольоровість якої не перевищує 20°, оскільки завислі і колоїдні частинки розсіюють світло і заважають проникненню ультрафіолетового випромінювання.

Джерелами ультрафіолетового випромінювання є ртутні лампи, виготовлені з кварцового скла (оскільки звичайне скло не пропускає ультрафіолет). Бактерицидна лампа за виглядом, влаштуванням, електричними параметрами та схемою включення відповідає люмінесцентній, складається з трубки, виготовленої з увіолевого скла (в якому відсутні оксиди заліза, хрому, ванадію і сульфіді важких металів, що поглинає УФ-випромінювання). Під дією електричного струму ртутні пари дають яскравий зеленувато-білий світ, у якому є ультрафіолетове випромінювання.

Існують два основних види апаратів для опромінення:

- апарати з зануреними джерелами ультрафіолетового випромінювання
- апарати з незануреними джерелами ультрафіолетового випромінювання.

Апарати з зануреними джерелами відзначаються високим коефіцієнтом використання бактерицидної потужності радіації, але конструктивно вони складні. Апарати з незануреними джерелами в конструктивному відношенні оформлені досить просто, але в них непродуктивно втрачається частина бактерицидної потужності в результаті розсіювання випромінювання, поглинання їх поверхнями, що відбивають світло.

Знезараження опроміненням не вимагає додавання в воду хімічних реагентів, не змінює фізико-хімічних властивостей домішок і не впливає на смакові якості води. Але використання методу обмежується високою вартістю обробки води і відсутністю післядії. Короткочасність знезаражуючого ефекту виключає застосування методу, якщо існує небезпека повторного зараження води. В процесі експлуатації сила випромінюваного потоку світла знижується, тому бактерицидні лампи періодично (4-5 місяців) необхідно замінювати.

Знезараження води ультразвуковими хвилями. Ультразвуком називають механічні коливання, частота яких вище порога чутливості людського вуха, тобто більше 20 кГц. Велика інтенсивність коливань – одна з особливостей ультразвуку – зумовлює його фізико-хімічну та біологічну дію.

Єдиної теорії, що пояснює бактерицидну дію ультразвуку, на даний час немає. Найбільш вірогідною є гіпотеза, що пояснює дію ультразвуку на бактерії у воді явищем кавітації, тобто утворенням в рідині порожнин і пухирців, миттєве «закриття» яких підвищує тиск до десятків тисяч атмосфер.

До сьогоднішнього часу дослідження ультразвукових хвиль з метою використання їх на практиці на вітчизняних водопроводах не вийшло зі стадії експериментів. За кордоном існують промислові установки.

Термічне знезараження води. Термічний метод знезараження застосовується для невеликих обсягів води. Цим методом користуються в побутових умовах, в санаторіях, в лікарнях, на судах, в поїздах. Знезараження досягається 5-10-хвилинним кип'ятінням.

Термічний метод знезараження води не набув застосування навіть на малих водопроводах через його високу вартість, пов'язану з великими витратами палива, і через малу продуктивність установок.

4 ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ТА ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Водовідведення – це повернення води водокористувачами після її використання в виробничих процесах, в комунальному господарстві. Повернуті води кількісно визначаються різницею між використанням свіжої води і безповоротними втратами.

Зворотна вода – це вода, яка повертається за допомогою технічних споруд і засобів з господарської ланки у вигляді стічної, шахтної, кар'єрної чи дренажної води.

Вода стічна – це вода, що утворюється в процесі господарсько-побутової і виробничої діяльності (крім шахтної, кар'єрної і дренажної води), а також відведена з забудованої території, на якій вона утворилася внаслідок випадання атмосферних опадів. Стічні (з позицій каналізації) води – це води, які були використані для тих чи інших потреб і отримали при цьому додаткові домішки (забруднення), які змінили їх первісний хімічний склад або фізичні властивості.

У водогосподарській практиці за ступенем забруднення СВ поділяються на:

- неочищені (зовсім не очищаються від ЗР),
- недостатньо очищені (очищені, але не доведені до якості, що відповідає правилам відведення СВ),
- нормативно очищені (СВ, відведення яких не призводить до порушення норм якості води у водному об'єкті).

За походженням СВ поділяються на чотири основні категорії:

- господарсько-побутові,
- промислові,
- сільськогосподарські.
- злизові або дощові (з територій міст і населених пунктів).

4.1 Схеми і системи каналізації

Каналізація – це комплекс інженерних споруд, обладнання та санітарних заходів, які забезпечують забор та відведення за межі населених пунктів і промислових підприємств забруднених СВ, їх очищення і знезараження перед утилізацією або скиданням у водойми.

Залежно від рельєфу місцевості всю територію населеного пункту поділяють на *басейни каналізації*, тобто ділянки, обмежені вододілами. У кожному басейні СВ по підземним каналізаційним трубам збирають в один або кілька *колекторів*. СВ сплавляють по колекторам самотією.

З районних мереж СВ надходять до районних *насосних станцій*

перекачування для подачі СВ безпосередньо до *очисних споруд*, звідки очищені СВ скидають у водні об'єкти.

Виділяють внутрішню і зовнішню каналізацію. *Внутрішня* служить для прийому СВ в місцях їх утворення і відведення її від будинків до зовнішньої каналізаційної мережі. Елементами внутрішньої каналізаційної мережі є санітарне обладнання, відвідні труби, стояки і випуски зі споруд.

Зовнішня каналізація призначена для транспортування СВ за межі населених пунктів і підприємств, включає трубопроводи (самопливні і напірні), насосні станції і очисні споруди. Зовнішні вуличні каналізаційні мережі міст являють собою досить складні схеми, конфігурація яких визначається плануванням міста і рельєфом місцевості. Ця особливість каналізаційної мережі обумовлена тим, що СВ спускаються самопливом.

Таким чином, збір, відведення, очищення і скидання СВ здійснюється каналізаційними системами (або мережами), які складаються з таких елементів:

- 1) внутрішнього будинкового або цехового каналізаційного обладнання;
- 2) зовнішньої внутрішньоквартальної каналізаційної мережі;
- 3) зовнішньої вуличної каналізаційної мережі;
- 4) насосних станцій;
- 5) напірних трубопроводів;
- 6) очисних споруд;
- 7) випуску СВ у водойму.

Для спостереження за функціонуванням каналізаційної мережі, її промивки і очищення служать *каналізаційні колодязі*. Виділяють каналізаційні колодязі оглядові, перепадні і промивні.

Оглядові колодязі бувають:

- лінійними, їх обладнають на прямолінійних ділянках мережі;
- поворотними – в місцях зміни напрямку траси;
- вузловими – коли з'єднуються декілька ліній;
- контрольними – в місцях приєднання дворової або внутрішньоквартальної мережі до вуличної.

Перепадні колодязі влаштовують при істотній різниці відміток підвідних і відвідних труб.

Промивні колодязі служать для розмиву осадів, що утворюються в трубах за малих швидкостей руху СВ.

Мінімальна глибина закладки каналізаційної мережі, яка залежить від глибини промерзання ґрунту, повинна також бути достатньою для збереження труб від руйнування наземним транспортом (1,5 - 2 м).

Вибір матеріалу труб для прокладки каналізаційної мережі залежить від призначення трубопроводу. Самотечійна мережа виконується з керамічних, асбоцементових, бетонних і залізобетонних труб, а колектори великих діаметрів — із залізобетонних труб або збірних залізобетонних елементів. Для напірних трубопроводів застосовують металеві, азбестоцементні і залізобетонні труби. Можливе використання труб з

синтетичних матеріалів.

Основним параметром є діаметр каналізаційної труби. Для кожного діаметра труб встановлені мінімальні допустимі ухили і швидкість протікання СВ, а також максимально допустиме наповнення труб.

Під ухилом труби розуміють безрозмірні відносини висоти падіння труби на ділянці мережі до довжини ділянки:

$$i = h / l,$$

де h – падіння труби, м;

l – довжина ділянки, км.

Правильне проектування каналізаційної мережі пов'язане з таким поняттям, як наповнення. Під наповненням труби розуміють безрозмірне відношення висоти шару рідини до діаметра труби. Неповне наповнення в каналізаційних трубах грає важливу роль. По-перше, вільний простір забезпечує вентиляцію мережі і видалення з неї метану, який утворюється в результаті розкладання органічних забруднень. По-друге, неповне наповнення служить резервною ємністю на випадок скидання значної кількості СВ в аварійних ситуаціях.

Схемою каналізації називають технічно і економічно обгрунтоване рішення прийнятої системи каналізації з урахуванням місцевих умов і перспектив розвитку об'єкта каналізації міста, села, промислового або житлового району, нанесене на план міста.

Під *системою каналізації* прийнято розуміти спільне або роздільне відведення СВ трьох категорій – господарсько-побутові, промислові, злизові або дощові (з територій міст і населених пунктів).

При проектуванні споруд водоканалу, а також при аналізі роботи очисних споруд необхідно визначити найбільш прийнятні схеми (централізована, децентралізована, змішана, часткова) і систему (загальносплавна, повна роздільна, неповна роздільна) каналізації населеного пункту.

З усіх варіантів найбільш приваблива з гігієнічної точки зору є централізована схема каналізації, оскільки в цьому випадку будуть зібрані всі СВ, відведені за межі населеного пункту та знешкоджені на очисних спорудах. Полегшується санітарний нагляд за процесом відведення СВ з населеного пункту і за роботою очисних споруд.

Загальносплавною називають систему каналізації, при яких всі СВ – побутові, виробничі та дощові – сплавляються по одній загальній мережі труб і каналів за межі міської території на очисні споруди.

Роздільними називають системи каналізації, при яких дощові відводять по одній мережі труб і каналів, а побутові і виробничі СВ – по іншій.

Роздільна система каналізації може бути повною або неповною.

Повною роздільною називають систему, що включає дві абсолютно самостійні каналізаційні мережі, по одній з яких відводять тільки дощові води та мережу для відведення побутових і виробничих СВ.

Неповною роздільною називають систему каналізаційних мереж, передбачену для відводу тільки найбільш забруднених виробничих і побутових СВ; атмосферні опади (поверхневий стік) при цій системі стікають в водні протоки по кюветах проїздів, відкритим лоткам, канавам.

Важливою характеристикою є *ступінь охоплення* населеного пункту каналізацією. Вона визначається як відношення довжини каналізаційної мережі до довжини водопровідної або як відношення обсягу води, що подається водогоном, до обсягу зворотних вод. Це співвідношення задовільно при величинах від 0,6 до 1,0, причому чим вищим є показник, тим більшою мірою населений пункт охоплений каналізацією.

4.2 Характеристика господарсько-побутових стічних вод

Визначення розрахункової витрати пов'язане з нерівномірністю водовідведення. Облік нерівномірності водовідведення проводиться за допомогою коефіцієнтів нерівномірності, які є відношенням максимальної витрати до середньої.

Середня витрата побутових вод залежить від благоустрою будівель. Норми водовідведення побутових СВ для різного ступеня благоустрою будівель наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Норми водовідведення побутових СВ для населених пунктів

Ступінь благоустрою районів житлової забудови	Норма водовідведення на одного жителя, середньодобова, (за рік), $\text{дм}^3/\text{д}$
Забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом та каналізацією, без ванн	125 – 160
Забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом та каналізацією та ваннами з місцевими водонагрівачами	160 - 230
Забудова будинками, обладнаними внутрішнім водопроводом та каналізацією й системою централізованого гарячого водопостачання	230 - 350

Зазвичай в містах протягом доби виділяються три найбільш значні піки концентрацій ЗР:

- ранковий (перед роботою);
- денний (відповідає обідній перерві);
- вечірній (коли люди готуються до сну).

При цьому ранковий пік є гострим, оскільки він короткочасний, денний також кілька загострений, а вечірній - розмитий.

Майже у всіх містах сумарна добова концентрація основних

компонентів СВ в будні дні зазвичай більше, ніж у вихідні.

Якщо розглядати піки протягом року, то взимку концентрації більше, оскільки величина використання води менше, ніж влітку, тому менше розведення.

Склад господарсько-побутових СВ змінюється у великих межах, наведений у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Склад господарсько-побутових СВ

Показник	Значення показника
Завислі речовини	170 – 300
БСК ₅	120 – 220
БСК _{повн}	150 – 250
Перманганатна окислюваність	50 – 60
Біхроматна окислюваність	300 – 450
Азот амонійний	10 – 20
Азот загальний	10 – 25
Фосфор загальний	5 - 10

Кількість побутових СВ від промислових підприємств залежить від температурних умов роботи на підприємствах. Ці норми наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Норма витрати води в виробничих будівлях, дм³

Цех	Норма водо- відведення на одну людину за зміну	Норма витрати під час найбільшого водоспоживання	
		загальна (в тому числі гарячої води)	холодної води
З виділенням тепла більш 83,8 Дж, (більше 20 ккал) на 1м ³ /год.	45	14,1	5,7
З виділенням тепла менше 83,8 Дж, (менше 20 ккал) на 1м ³ /год.	25	9,4	5,0

Коефіцієнт нерівномірності припливу побутових СВ в значній мірі залежить від величини припливу. Це обумовлено тим, що чим більше чисельність населення, яка визначає приплив, тим менше ймовірність одночасного використання і невикористання санітарних приладів. Загальні коефіцієнти нерівномірності водовідведення побутових СВ населених пунктів ($K_{\text{заг}}$) в залежності від середньої витрати СВ ($q_{\text{сер}}$) наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Загальні коефіцієнти нерівномірності водовідведення побутових СВ

$q_{\text{сер}}$	$K_{\text{заг}}$	$q_{\text{сер}}$	$K_{\text{заг}}$
До 5	3	200	1,4
15	2,5	300	1,35
30	2	500	1,25
50	1,8	800	1,2
100	1,6	1250 та більше	1,15

Насосні станції перекачки повинні забезпечити надійне відведення СВ при максимальному водовідведенні і, разом з тим, забезпечити рівномірну перекачку стоків на очисні споруди.

При дослідженні СВ основна увага приділяється не окремим компонентам, а груповим, які характеризують ступінь розкладу органічних речовин.

Основні завдання аналізу міських СВ:

- 1) визначення кількості і складу ЗР (за хімічними та бактеріологічними показниками), на основі яких може бути проведений вибір методів очищення і конструкцій міських очисних споруд;
- 2) визначення наявності і концентрації цінних домішок, які доцільно вилучати з СВ в процесі очищення;
- 3) встановлення впливу стічної рідини на матеріали, з якими їм доведеться контактувати;
- 4) виявлення токсичних домішок;
- 5) об'єктивна оцінка ефективності роботи очисних споруд.

В Україні розроблені і діють "Правила приймання СВ підприємств у комунальні та відомі системи каналізації населених пунктів України", в яких наведені вимоги до складу та властивостей СВ підприємств для безпечного їх відведення каналізаційною мережею (табл. 4.5).

4.3 Характеристика промислових стічних вод

Промислові СВ – це води, використані в технологічних процесах, після чого вони не відповідають вимогам цих процесів до їх якості і повинні бути видалені з підприємства. До цих вод відносять також води, відкачані на поверхню землі під час видобутку корисних копалин (нафти, вугілля, руди тощо). За своїм складом вони різноманітні. Забруднення промислових СВ обумовлено технологією виробництва і видалення відходів. Серед промислових СВ виділяють умовно чисті води, води, близькі за складом до господарсько-фекальних, і води, скидання яких може призвести до негативних наслідків для людини, тварин і рослинності.

До *господарсько-побутових* відносять води від кухонь, туалетних кімнат, душевих, лазень, пралень, їдалень, лікарень тощо. СВ в містах утворюються в процесі людської життєдіяльності. Їх джерелом є житлові приміщення, підприємства.

Крім того, різновидом СВ міста є *атмосферні опади* (стікають з території населених пунктів і особливо промислових підприємств) і води, які використовували для поливу вулиць.

Таблиця 4.5 – Вимоги до складу і властивостей СВ

№	Показники якості СВ	Допустимі величини
1	Температура	не вище 40°C
2	pH	6,5 – 9,0
3	БСК, г/м ³	не більше 350
4	Завислі та спливаючі речовини, г/м ³	не більше 500
5	Нерозчинні масла, смоли, мазут, г/м ³	не допускаються
6	Нафта, нафтопродукти, г/м ³	не більше 20
7	Жири рослинні і тваринні, г/м ³	не більше 50
8	Хлориди, г/м ³	не більше 350
9	Сульфати, г/м ³	не більше 400
10	Сульфіди, г/м ³	не більше е 1,5
11	Кислоти, горючі суміші, токсичні та леткі газоподібні речовини, здатні утворювати в мережах та спорудах токсичні гази	не допускаються
12	Концентровані маточні та кубові розчини	не допускаються
13	Будівельний, промисловий, господарсько-побутове сміття, ґрунт, абразивні речовини	не допускаються
14	Радіоактивні речовини, епідеміологічно небезпечні бактеріальні та вірусні забруднення	не допускаються

СВ, особливо перших двох груп, містять значну кількість ЗР мінерального та органічного походження. Неорганізоване видалення СВ призводить до антисанітарних умов, які можуть бути причиною епідеміологічних захворювань. Господарсько-побутові СВ в різних містах мають приблизно однаковий склад: близько 60-65% забруднень органічного походження; 35-40% – мінерального. Крім того, господарсько-побутові СВ містять значну кількість бактеріальних забруднювальних речовин.

Класифікації виробничих СВ.

За *типами забруднень* промислові СВ можна розподілити на три групи:

1) води, забруднені переважно мінеральними домішками (СВ підприємств, які виробляють мінеральні добрива, кислоти, будівельні вироби та матеріали, СВ видобувних підприємств тощо);

2) води, забруднені переважно органічними домішками (СВ підприємств хімічної і нафтохімічної промисловості, виробництва полімерних плівок, каучуку тощо);

3) СВ, забруднені мінеральними і органічними домішками (нафтопереробна, нафтовидобувна, легка, харчова промисловість, органічний синтез).

За *ступенем мінералізації* СВ також поділяють на три групи.

Першу групу складають СВ з мінералізацією до 3 кг/м^3 , їх можна знесолювати методами іонного обміну.

До другої групи належать СВ з мінералізацією від 3 до $10\text{--}15 \text{ кг/м}^3$. Для знесолення таких вод доцільно застосовувати лише термічні методи.

До третьої групи слід віднести СВ з мінералізацією вище 15 кг/м^3 , знесолення яких доцільно здійснювати лише термічними методами.

За *концентраціями органічних домішок* промислові СВ поділяють на чотири категорії:

- I - до 500 мг/дм^3 ;
- II - $500 - 5000 \text{ мг/дм}^3$;
- III - $5000 - 30\,000 \text{ мг/дм}^3$;
- IV - понад $30\,000 \text{ мг/дм}^3$.

За *ступенем агресивності*:

- неагресивні (рН 6,5 ... 8,0)
- слабо агресивні (рН 6,0 ... 6,5 і рН 8 ... 9)
- сильно агресивні (рН <6 і рН > 9).

Обсяг промислових СВ залежить від ступеня водоспоживання та водовідведення.

Нормою відведення є встановлений середній об'єм СВ, які відводяться від підприємства в водойми при доцільній нормі водоспоживання.

Норма водовідведення включає обсяг СВ, які випускаються в відкриту водойму – виробничих, котрі не мають потреби в очищенні; фільтраційних зі ставків-охолоджувачів, хвостосховищ і шламонакопичувачів.

За відсутності норм водовідведення, об'єм СВ визначають розрахунково, виходячи з регламенту виробництва. Обсяг промислових СВ, які потрібно очищати за добу ($Q_{\text{доб}}$), визначають за формулою:

$$Q_{\text{доб}} = N \cdot M$$

де N – норма водовідведення на одиницю продукції або сировини, що переробляється з урахуванням водобігу, м^3 ;

M – кількість одиниць продукції або маса сировини, що переробляється за добу.

Об'єм побутових СВ підприємства визначають витратами СВ від душових установок, їдалень, пральних цехів тощо. Витрати душових СВ ($Q_{\text{д}}$) розраховують за формулою:

$$Q_{\text{д}} = 0,375 N_{\text{д}}$$

де $N_{\text{д}}$ – кількість душових установок на підприємстві.

Значення $N_{\text{д}}$ залежить від санітарних норм технологічного процесу виробництва та загальної кількості робітників. Орієнтовно величина $N_{\text{д}}$ становить: в текстильній промисловості – 10%, в машинобудівній – 25%, в хімічній, металургійній, металообробній, целюлозно-паперовій – 40%,

харчовій, шкіряній, промисловості будівельних матеріалів – 75% чисельного складу робітників, які користуються душем.

4.4 Утворення та характеристики поверхневого стоку

Атмосферні опади, випадаючи на денну поверхню, розподіляються по-різному. Частина з них просочується в глибину і йде на поповнення підземних вод, утворюючи підземний стік, частина випаровується в атмосферу, а інша частина стікає по поверхні, утворюючи поверхневий стік, який поділяється на площинний і лінійний.

При площадковому стоці вода тече по всій поверхні похилої схилу в місцях, де час від часу йдуть сильні дощі.

При лінійному стоці рух води здійснюється у вигляді лінійно спрямованих потужних струменів і потоків у вибоїнах, ярах і річкових долинах.

Стік зазвичай поділяють на талий і дощовий. Процес формування другого відбувається більш стрімко і бурхливо, ніж першого. Важливим є той факт, що обидва види стоку взаємодіють і доповнюють один одного.

Поверхневий стік включає в себе дощові, снігові та поливомийні води. Він буває організованим і неорганізованим. Організований поверхневий стік збирається з водозбірної площі за допомогою спеціальних лотків і каналів і надходить в мережі зливної каналізації або прямо у водний об'єкт через випуски зливових вод. Неорганізований поверхневий стік стікає у водний об'єкт по рельєфу місцевості.

Поверхневий стік з житлових територій і майданчиків підприємств є одним з інтенсивних джерел забруднення навколишнього середовища різними домішками природного і техногенного походження. Поверхневий стік за рядом показників більш забруднений, ніж міські СВ. Розрахунки показують, що із загального річного кількості ЗР, що містяться у всіх видах СВ, що відводяться з території міста, на частку поверхневого стоку припадає близько 78% завислих речовин, 20% органічних речовин (по БПК), 68% нафтопродуктів.

Серед особливостей поверхневого стоку, що відрізняють його від інших видів СВ можна виділити:

1. Епізодичність утворення

2. Значні коливання витрати під час одного дощу. Особливо це характерно для урбанізованих територій, де, внаслідок великої кількості водонепроникних поверхонь спостерігається збільшення кількості поверхневого стоку в 2 - 4 рази та підвищуються пікові витрати через низьку водозатримуючу здатність.

3. Складний хімічний склад

4. Коливання якісного і кількісного складу під час дощу.

Дощовий стік з міських водозборів містить велику кількість ЗР, починаючи з тих, які осідають з повітря, і закінчуючи забрудненнями зі

звалищ і з промислових зон. При формуванні стік змиває і виносить домішки, що знаходяться на водозбірній поверхні. У число відомих джерел забруднення входять фекалії тварин, садові добрива, продукти ерозії ґрунтів, автомобільні масла і гума від шин, що розкладаються маси рослинного походження і т.п.

Опади сорбують забруднення з атмосфери. У дощових опадах містяться значні кількості сульфатів, нітратів і нерозчинних домішок, що характеризуються кількістю зважених речовин. Відбувається підкислення атмосферних опадів вихлопними газами автомашин і димом промислових підприємств.

Практично весь об'єм (за рідкісним винятком) поверхневих СВ, що утворюються на господарсько освоєних територіях, відводиться в водні об'єкти без очистки.

Відношення об'єму поверхневого стоку на водозборі протягом одного зливи до загального об'єму опадів, що випали за час цієї зливи, називається коефіцієнтом поверхневого стоку ψ .

Для оцінки середніх річних об'ємів сягів стоку важливо знати коефіцієнт річного стоку $\psi_{\text{г}}$.

Коефіцієнт стоку залежить від інтенсивності (q , л / с на 1 га) і тривалості (t , хв) дощу:

$$\Psi = z \cdot q^{0,2} \cdot t^{0,1},$$

де z - коефіцієнт виду поверхні.

Середньорічний обсяг поверхневих СВ, що утворюється в період випадання дощів, танення снігу та мийки дорожніх покриттів, визначається за формулою:

$$W = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} + W_{\text{м}}$$

де $W_{\text{д}}$, $W_{\text{т}}$, $W_{\text{м}}$, - середньорічний обсяг дощових, талих і поливомийні вод, відповідно, м³.

4.5 Методи очищення стічних вод

Більшість підприємств характеризується сталістю витрати і складу СВ, але можуть мати місце короточасні зміни технологічних процесів, залпові скиди відпрацьованих технологічних розчинів, швидке танення снігу або рясні дощі. Ці причини можуть викликати суттєві зміни у витратах і складі СВ. У ряді випадків високі концентрації ЗР СВ виявляються токсичними для водойми або руйнують труби каналізації. У той же час малі концентрації цих ЗР не є шкідливими для водойм і безпечними для каналізаційної мережі.

Усереднення концентрації ЗР дозволяє поліпшити процес очищення. Вирівнювання складу СВ відбувається в спеціальних спорудах – усереднювачах, в яких змішуються промислові СВ з різними концентраціями

ЗР.

Усереднення СВ в усереднювачах відбувається за рахунок примусового перемішування СВ, що досягається шляхом обладнання системи перегородок, які збільшують кількість струменів в потоці, барботажем повітря або установкою механічних змішувачів.

Механічні методи очищення

Механічну очистку застосовують для виділення з СВ нерозчинних мінеральних та органічних ЗР, які відокремлюють шляхом:

- проціджування,
- відстоювання,
- фільтрування,
- центрифугування.

В основі фізичних (механічних) методів лежить використання інерційних і відцентрових сил, сил тяжіння, тобто суто фізичні сили і процеси.

Зазвичай вони використовуються як попередні методи очищення. При цьому забезпечується виділення зважених речовин на 90-95% і зниження органічних забруднень (по БСК_{повн.}) на 20-25%.

Проціджування. Первинна стадія очищення СВ, призначена для виділення великих нерозчинних, плаваючих домішок розміром до 25 мм. Попадання таких домішок в наступні очисні споруди може привести до поломки рухомих частин обладнання, засмічення труб і каналів. Для цього на шляху руху СВ встановлюють решітки, які виготовляють з металевих стрижнів з зазором між ними 15-20 мм. Їх встановлюють в колекторах вертикально або під кутом 60-70° до горизонту. При експлуатації ґрати повинні безупинно очищуватися. Ґрати з ручним очищенням встановлюють, якщо кількість забруднювальних речовин не перевищує 0,1 м³/д. При більшій кількості речовин встановлюють ґрати з механічними граблями. Домішки, зняті з ґрат або подрібнюють на спеціальних дробарках і скидають в потік СВ перед ґратами, або спрямовують на переробку.

Відстоювання. В СВ в грубодисперсному стані знаходяться найрізноманітніші речовини (окалина, пісок, вугільний пил, волокно деревини, жири, нафта). За питомою вагою їх можна розділити на дві групи:

- речовини, які тонуть (питома вага більша за 1),
- речовини, які спливають (питома вага менша за 1).

Для осадження грубодисперсних домішок першої групи використовують пісколовки, в яких частинки видаляються під дією сил тяжіння. Осад збирається в поглибленні на дні, звідки його направляють у відвал або на переробку.

Для виділення часток розміром менше 0,25 мм використовують відстійники. Це основна споруда механічного очищення СВ. Розрізняють первинні відстійники, які встановлюють перед спорудами біологічної або фізико-хімічної очистки та вторинні, які служать для відділення осаду після хімічних методів очищення, активного мулу або біоплівки.

Виділення речовин другої групи відбувається в нафтовловлювачах, жировловлювачах.

Фільтрування. Призначено для очищення СВ від тонкодисперсних домішок з невеликою концентрацією, які не осіли при відстоюванні, а також після фізико-хімічної або біологічної очистки. Поділ відбувається за допомогою пористих перегородок, що пропускають рідину і затримують дисперговану тверду фазу.

Для фільтрування використовують різні за конструкцією фільтри. Основні вимоги до них: висока ефективність виділення домішок і максимальна швидкість фільтрування.

Фільтр з зернистою перегородкою – це резервуар, в нижній частині якого є дренажний пристрій для відводу очищеної води. На дренаж укладають шар підтримуючого матеріалу, а потім фільтруючий матеріал. Завантаження фільтрів м.б. одношаровим або багатошаровим. Більш ефективно працюють багатошарові фільтри.

Для видалення з СВ феромагнетиків застосовують магнітні фільтри, які забезпечують ступінь очищення 80%.

Фільтрування емульгованих речовин (масел, нафтопродуктів) проводять через фільтри із завантаженням з пінополіуретану. При фільтруванні емульсій велике значення має характер поверхні фільтра – гідрофобний або гідрофільний. За гідрофобної поверхні адгезія відокремлюваних часток на завантаженні фільтра сильніша, ніж за гідрофільної, тому що на гідрофільній поверхні є гидратная плівка і прилипання частинок ЗР відбувається тільки там, де вона порушена.

Інтенсифікацію процесу осадження зважених часток здійснюють впливом відцентрових сил в гідроциклонах і центрифугах.

Гідроциклони. Відцентрові сили в гідроциклоні виникають в тангенціально спрямованому потоці, що обертається. Обертальний рух рідини призводить до сепарації частинок, їх відкидає до периферії потоку, вони агломеруються (збільшують розміри). Частина потоку з важкими частинками йде з нижньої частини гідроциклона. Освітлена частина потоку розгортається і виходить з верхньої частини гідроциклона.

Центрифуги. Відділення осаду в них відбувається в результаті обертання суспензії в перфорованому барабані, обтягнутому сіткою або фільтрувальною тканиною. Осад залишається на внутрішній поверхні барабана. З центрифуг безперервної дії осад вивантажують пульсуючим або шнековим способом.

Фізико-хімічні методи очищення СВ

До фізико-хімічних способів очищення СВ відносяться:

- флотація,
- екстракція,
- адсорбція,
- коагуляція.

Флотація використовуються у випадках, коли нерозчинні речовини в стічній рідині практично не відстоюються. Ці речовини приєднуються до

повітряних бульбашок і виносяться ними на поверхню води, де утворюють шар флотоїни. При цьому в воду додають спеціальні речовини – піноутворювачі, що знижують поверхневий натяг, а це сприяє прилипанню бульбашок повітря до зважених домішок.

Екстракція. Екстракційний метод очищення полягає в обробці стоку певним розчинником (екстрагентом), який не розчиняється у воді і в якому добре розчинні ЗР. Метод ґрунтується на законі розподілу

$$K = C(\text{орг.})/C(\text{СВ})$$

Екстракційним очищенням можна видалити органічні домішки (анілін, фенол, оцтова кислота). Як екстрагенти використовуються органічні розчинники (бензол, чотирихлористий вуглець, мінеральні масла).

Адсорбція. Адсорбція – концентрування молекул ЗР на поверхні розділу фаз (Т - Р). Розрізняють адсорбцію в статичних умовах (при цьому подрібнений сорбент вводиться в стічну рідину) і динамічних (стік фільтрується через шар сорбенту). Як адсорбенти можуть використовуватися активні вугілля, цеоліти, торф.

Коагуляція. У практиці обробки СВ коагуляція використовується для прискорення процесу усунення колоїдних домішок.

Хімічні методи очищення

Нейтралізація є важливим хімічним способом загального процесу регуляції величин рН, доведення реакції стічної рідини до нейтральної (рН = 7). Для нейтралізації кислих вод використовують як розчинні, так і слабо розчинні у воді реагенти. До перших відносяться: вапно, їдкий натр, сода; до других – оксид і гідроксид магнію, карбонати кальцію і магнію.

Осадження іонів металів. Як правило, кислі СВ, що утворилися в процесах обробки металів, містять іони заліза і важких металів. У цих випадках нейтралізація супроводжується реакціями хімічного осадження металів у вигляді важкорозчинних гідроксидів. При нейтралізації кислих СВ реагенти витрачаються як на зниження концентрації в них H^+ - іонів, так і на утворення нерозчинних гідроксидів важких металів.

Значення рН, що відповідають початку і закінченню осадження гідроксидів важких металів у водних розчинах наведені у табл. 4.6.

Електрохімічний метод вилучення розчинених електролітів (домішок 4-Б групи за класифікацією Кульського) базується на використанні електродіаліз і електроосмосу. Спрощена схема установки для електрохімічного очищення СВ являє собою ємність, розділену мембранними перегородками на три камери (катодний, робочу і анодний) з зануреними в крайні камери електродами 1 і 2 (рис. 4.1).

Таблиця 4.6 – Величини рН осадження гідроксидів металів

Катіон	Початок осадження	Повне осадження
залізо (2)	7,5	9,7
залізо (3)	2,3	4,1
цинк (2)	6,4	8,0
хром (3)	4,9	6,8
нікель (2)	7,7	9,5
алюміній (3)	4,0	5,2
кадмій (2)	8,2	9,7
свинець (2)	7,8	9,3

Електрохімічний метод вилучення розчинених електролітів (домішок 4-Б групи за класифікацією Кульського) заснований на використанні електродіаліз і електроосмосу. Спрощена схема установки для електрохімічного очищення СВ являє собою ємність, розділену мембранними перегородками на три камери (катодну, робочу і анодну) з зануреними в крайні камери електродами 1 і 2 (рис. 4.1).

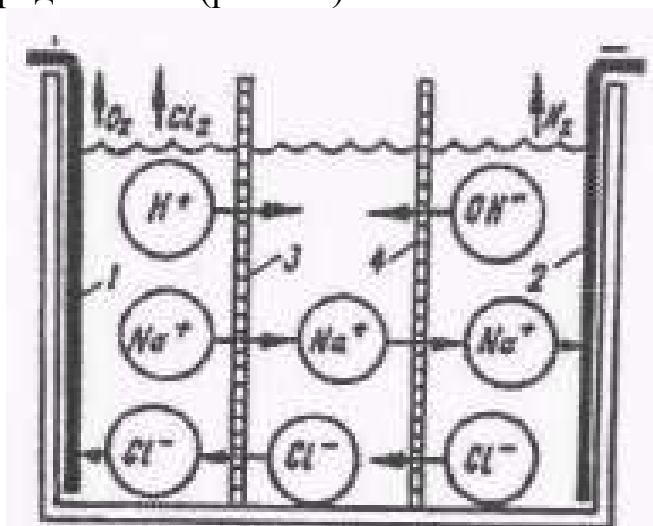


Рисунок 4.1 – Схема електрохімічного вилучення розчинених електролітів

Після заповнення ванни водою і увімкнення постійного струму спостерігається перенесення іонів в крайні камери (катіонів – до катода, а аніонів – до анода) і опріснення води в середній камері.

При цьому на катоді утворюється вільний водень, на аноді – кисень, тобто підкислення анодної рідини і підлугування катодної.

Біохімічні методи очищення СВ

Біологічні методи очищення СВ полягають в розкладанні і мінералізації аеробним або анаеробним шляхом колоїдних і розчинених органічних речовин, які не можуть бути вилучені механічним способом. Міські СВ є сприятливим середовищем для життєдіяльності різних груп мікроорганізмів, тому що в них знаходяться всі необхідні поживні речовини

– білки, жири, вуглеводи – і числені неорганічні сполуки. Для нормальної життєдіяльності клітини необхідні такі елементи: N, Al, Bг, V, H, Fe, I, K, C, O, Si, Mn, Mg, Cu, S, P, C, F, Zn. Всі вони є в міських СВ.

Величезна кількість мікробів в міських СВ зумовлює постійне розкладання різних компонентів цих вод. Відповідно в СВ залишаються сполуки з невеликим енергетичним запасом. В результаті життєдіяльності мікробів в стічну рідину виділяються водень і інші сполуки. Якщо водень не вилучати зі стічної рідини, то реакція розкладання закінчиться сама. Але в СВ є акцептор водню – кисень, джерелом надходження якого може бути дифузія його з атмосфери, фотосинтетична діяльність водоростей і вищої водної рослинності (біологічні фільтри, біологічні ставки), а також розкладання нітратів, нітритів і сульфатів. В результаті реакції кисню з воднем утворюється перекис водню, який, в свою чергу, відновлюється до води.

Процеси бактеріальної діяльності безперервно змінюють окислювально-відновний потенціал СВ. При відновних процесах на анаеробних очисних спорудах окислювально-відновний потенціал падає, досягаючи негативних величин. На аеробних очисних спорудах, коли кількість бактерій значно зменшується, відбувається підвищення окисного потенціалу, і він досягає позитивних величин. Важливо знати, що поза бактеріальної життєдіяльності, наприклад, в тих водах, де вона є повністю пригніченою, окислювально-відновний потенціал СВ не змінюється. На очисних спорудах окислювач, як правило, вводиться із зовнішнього середовища. Таким окислювачем є кисень, що не виключає можливості окислення одних компонентів СВ за рахунок інших.

При достатній концентрації розчиненого кисню органічні речовини з мінімально окисленого стану переходять в максимально окислений. В результаті цього процесу органічні речовини, що містять вуглець, перетворюються в вуглекислоту і воду, речовини, що містять сірку – на сульфати, речовини, що містять азот – на нітрати. Окислюються не тільки органічні компоненти, але і неорганічні. Відбувається окислення солей заліза (II) в солі заліза (III), іонів двовалентного марганцю в діоксид марганцю тощо. В цьому напрямку процеси протікають при наявності в СВ розчиненого кисню. Активними учасниками процесів є мікроби. Це *аеробні* біохімічні процеси.

Аеробні біохімічні процеси відбуваються в міських СВ в певній послідовності в залежності від величини окислення компонентів. Речовини, що містять вуглець, мають нижчу ступінь окислення в порівнянні з солями амонію. Тому в аеробному процесі спочатку окислюються органічні речовини, що містять вуглець, до вуглекислоти і води, і лише потім починається окислення солей амонію до нітритів і нітратів.

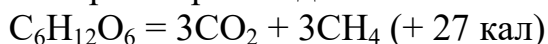
Для *анаеробних* процесів характерно зброджування при дуже високій концентрації органічної речовини. Загальна спрямованість анаеробних біохімічних процесів полягає в розкладанні органічних речовин з утворенням жирних кислот і з наступним розкладанням їх на водень, вуглекислоту, метан

та інші сполуки. Швидкість розкладання органічних речовин в анаеробних умовах значно менше, ніж в аеробних. При розкладанні однієї молекули глюкози в анаеробних і аеробних умовах реакції протікають з різним термічним ефектом.

Аеробне розкладання



Анаеробне розкладання.



У табл. 4.7 наведені показники окислювальної здатності споруд біохімічної очистки.

Таблиця 4.7 – Показники окисної здатності споруд біохімічної очистки

Види очисних споруд	Кількість кисню, г на 1 м ³ очисних споруд за добу
Споруди природного біологічного очищення	
поля зрошення	0,5 - 1,0
поля фільтрації	2,0 - 36,0
біологічні ставки	12,5
Споруди штучної біологічної очистки	
контактні фільтри	72
аеротенки	1000
аерофільтри	1000
аерокоагулятори	4500

Як видно з табл. 4.6, окислювальна здатність споруд штучної біологічної очистки значно вище, ніж споруд природного біологічного очищення.

Інтенсифікація процесів біологічної очистки призводить не тільки до збільшення їх окисної здатності, а й до значного зменшення площі, яку займають ці споруди. При обсягах СВ 5000 м³/добу площа, яку займають поля зрошення, становить 150-200 га, поля фільтрації – 30-50 га, біологічні фільтри – 2-3 га, аеротенки – 1 га.

Біохімічне очищення СВ в природних умовах

Для очищення СВ в природних умовах використовуються поля зрошення, поля фільтрації, поля підземної фільтрації, біоплато.

При надходженні в ґрунт органічні речовини СВ окислюються при наявності вільного кисню мікроорганізмами. Населення ґрунтів досить широке: бактерії, гриби, водорості, найпростіші і безхребетні.

Поля зрошення. На полях зрошення агрономічні інтереси об'єднуються з очищенням СВ. Стічна рідина при потраплянні на ґрунт фільтрується; на поверхні ґрунту затримуються колоїдні і суспендовані речовини, які потім окислюються біохімічним шляхом. Розчинені речовини СВ проходять по капілярах ґрунту на глибину до 0,5 м. За час проходження через активний шар ґрунту вони окислюються до вуглекислоти, води, нітратів і сульфатів. Для того, щоб окислення проходило безперервно, необхідне постійне надходження атмосферного повітря за СВ. Тому глинисті ґрунти непридатні, так само, як і грубозерністі піски, тому що стічна рідина швидко

фільтрується через них, не встигають відбуватися процеси окислення, адсорбції і т.п. Найбільш оптимальними ґрунтами для полів зрошення є структурні супесчаники, суглинки і чорноземи.

Недоліком полів зрошення є сезонність їх роботи, тому що в зимовий час ефективного очищення не відбувається.

Для запобігання можливого поширення інфекції через ґрунтові води забороняється розташовувати поля зрошення на територіях, які межують з першим і другим поясами зон санітарної охорони джерел централізованого водопостачання, мінеральних джерел, курортів, в заплавах річок, а також при високому рівні ґрунтових вод.

У СВ може міститися значна кількість завислих речовин і жирів, які швидко замулюють ґрунт; а також яйця гельмінтів і патогенні мікроби, які можуть потрапити в сільськогосподарські культури. Тому перед надходженням на поля зрошення СВ потрібно пропускати через первинні відстійники, де навіть за 2 години відстоювання затримується 90% яєць гельмінтів.

Поля фільтрації. На полях фільтрації сільськогосподарські культури не вирощуються, а здійснюється лише очищення попередньо освітлених СВ. Навантаження на ці поля вище, ніж на поля зрошення. Разом з тим різко погіршується постачання киснем аеробних біоценозів. Тому рекомендується кілька разів протягом літа переорювати поля фільтрації, обладнати дренажі. При розміщенні полів фільтрації потрібно враховувати санітарні норми (через запахи, поширення мух). Вони повинні знаходитися на відстані 300 - 1000 м від міської забудови і бути огорожені зоною зелених насаджень.

Поля підземної фільтрації (зрошення). У цьому випадку СВ розподіляються по трубах під землею (дренаж). Дренажні труби розміщуються на межі між підґрунтовим і активно працюючим шаром ґрунту. Устаткування полів підземної фільтрації допустимо лише при низькому рівні ґрунтових вод (не вище 2 м від поверхні). На полях можна вирощувати різні сільськогосподарські культури і розміщувати їх поблизу від житлових споруд (8-25 м). Використовуються вони для очищення СВ невеликих населених пунктів, груп споруд, санаторіїв, шкіл.

Прогресивним розвитком методів природного біологічного очищення є інженерні споруди типу біоплато. Для очищення і доочищення СВ населених пунктів можуть бути використані конструкції типу інфільтраційних і поверхневих біоплато (рис. 4.2).

Інфільтраційне біоплато – інженерна споруда, розміщена, як правило, в котловані глибиною до 2 м, на дні якого влаштовується протифільтраційний екран з поліетиленової плівки. Поверх екрану укладається горизонтальний дренаж і шар щебеню, піску, керамзиту або іншого фільтруючого матеріалу. Поверхня споруди засаджується очеретом, рогозом і іншими місцевими видами вищої водної рослинності з розрахунку не менше 10-12 стебел на 1 м². За технологією біоплато, в очищенні води беруть участь угруповання водних (на поверхні блоку) і ґрунтових (в фільтруючому шарі) мікроорганізмів, вища водна рослинність і сам фільтруючий шар.

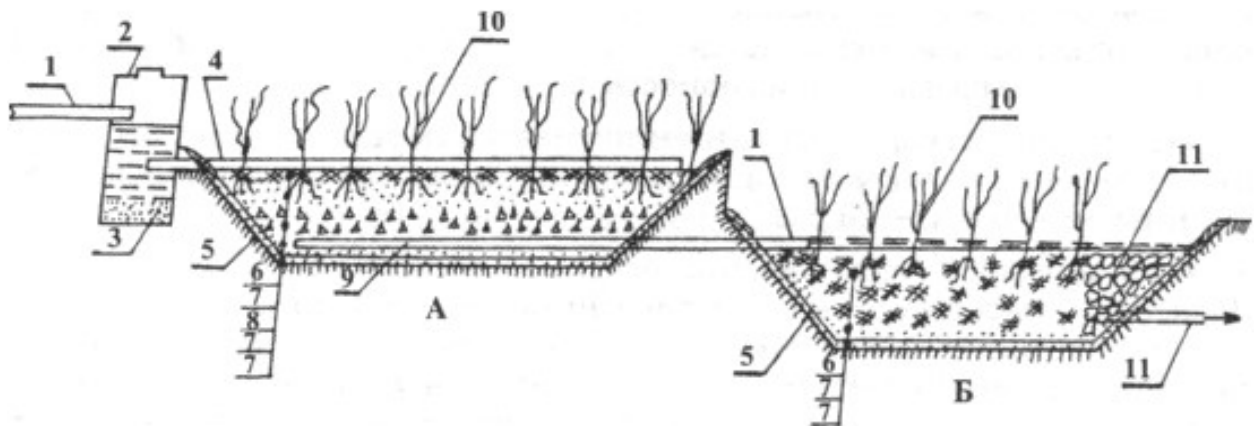


Рисунок 4.2 – Очисні споруди типу біоплато:

А-інфільтраційне біоплато; Б-поверхове біоплато

1-подача води на очистку; 2-відстійник; 3-осад; 4-розподільний трубопровід; 5-протифільтраційний екран; 6-рослинний ґрунт; 7-пісок; 8-щебінь; 9-дренаж; 10-вища водна рослинність; 11-кам'яна накидка; 12-очищена вода

Поверхнєве біоплато також розміщується в котловані і має протифільтраційний екран. Роль дренажу виконує кам'яна накидка, замість фільтруючого шару укладається ґрунт котловану, поверхня якого засаджується вищою водною рослинністю. Вища водна рослинність, крім очисної функції, забезпечує підвищену транспірацію (випаровування) очищувальної рідини в літній період приблизно на 10-15%.

Очисні споруди за технологією біоплато складаються, як правило, з декількох блоків, розташовуваних каскадом, причому блок поверхневого біоплато є кінцевим. До складу споруд біоплато в якості кінцевого може бути включена болотиста ділянка (природне поверхнєве біоплато) з наявністю достатніх заростей вищої водної рослинності.

Початковим блоком споруд є відстійник, де відбувається видалення великих включень і зважених речовин. За технологією біоплато забезпечується очищення господарсько-побутових СВ за БСК₅ до 5-10 мг/дм³, за завислими речовинами – до 8-12 мг/дм³, причому наявність завислих речовин, в основному, пов'язана з виносом їх з фільтруючого шару.

Значно (на 40-70%) знижується вміст сполук азоту та фосфору. Споруди біоплато, вдало розташовані по рельєфу місцевості, не вимагають застосування електроенергії, хімікатів і забезпечують надійну роботу як в літній, так і в зимовий період. Для очищення виробничих СВ за технологією біоплато потрібно робити їх передочистку відповідно до особливостей їх складу і властивостей.

Очисні споруди з аеробним розкладанням

Біофільтри. На біологічних фільтрах забруднена вода на початку експлуатації споруди освітлюється, і тільки через деякий час, коли

відбувається обростання частинок завантаження біологічної плівкою в результаті адсорбції бактерій зі СВ, починаються процеси біохімічного окислення органічної речовини. Для успішного процесу очищення необхідна хороша аерація.

Біофільтри – це споруди, заповнені грубозернистим матеріалом, який не набухає, поверхня якого зрошується стічною рідиною (рис. 4.3). Зрошення виконується періодично (через 5-15 хв). Вода, яка пройшла через біофільтр, випливає через отвори (дренаж) і стікає в лотки. Завантажують фільтри щебенем, шлаком, галькою. Ці матеріали повинні мати достатню пористість, оскільки вона сприяє гарній аерації біофільтра і максимальному контакту СВ з біоплівкою. Аерація фільтрів може бути природною і штучною. Використання штучної аерації дозволяє значно інтенсифікувати роботу біофільтра (*аерофільтри*).

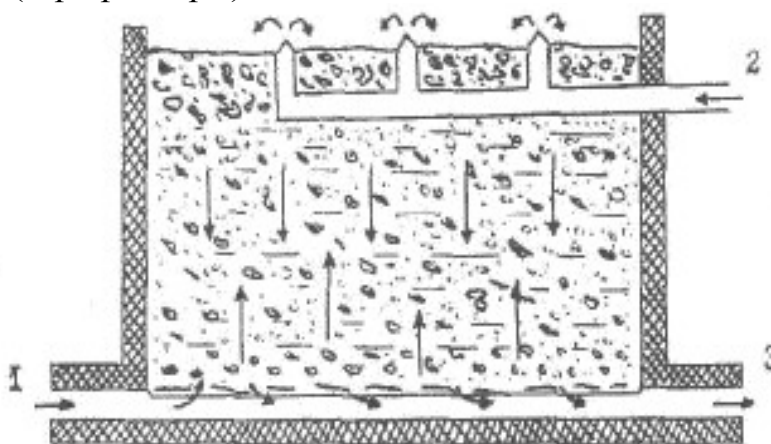


Рисунок 4.3 – Схема аеруємого біофільтра: 1 - повітря, 2 - СВ, 3 - очищена вода.

Ефективність роботи біофільтра залежить від кількості поданого повітря, використання якого, в свою чергу, залежить від пористості заповнювача – з її збільшенням створюються кращі умови для забезпечення біоплівки повітрям.

Використання біофільтрів в значній мірі залежить від кліматичних умов. Вони погано працюють при низькій температурі і тому вимагають утеплення. Різка зміна температурних умов, до яких адаптувалися біоценози, наприклад, навесні або восени, призводить до величезного виносу біологічної плівки з тіла біофільтра. Тому, порівняно з аеротенками, біологічні фільтри знаходяться в більшій залежності від кліматичних умов. Біологічні фільтри відкритого типу будують лише в місцевостях з теплим і помірним кліматом. При значній продуктивності рекомендується утеплювати біофільтри при середньорічній температурі меншій за 3 °С, а якщо продуктивність не висока (500 м³/добу), утеплення проводять при середньорічній температурі 6 °С. Ступінь очищення СВ в біологічних фільтрах висока – БСК₂₀ становить 15-20 мгО₂/дм³ (зниження на 85-90%).

Аеротенк – це споруда, в якому здійснюється біологічна очистка забруднених вод, що імітує самоочищення в водоймах, але з більшою інтенсивністю. На відміну від природної аерації в водоймі насичення СВ

киснем відбувається в аеротенках шляхом нагнітання повітря під тиском. Якщо в біологічному фільтрі плівка прикріплена до нерухомого субстрату і омивається стічною рідиною, то в аеротенках роль біологічної плівки грає так званий активний мул – пластівці, які складаються в основному з бактерій в зваженому стані (рис. 4.4).

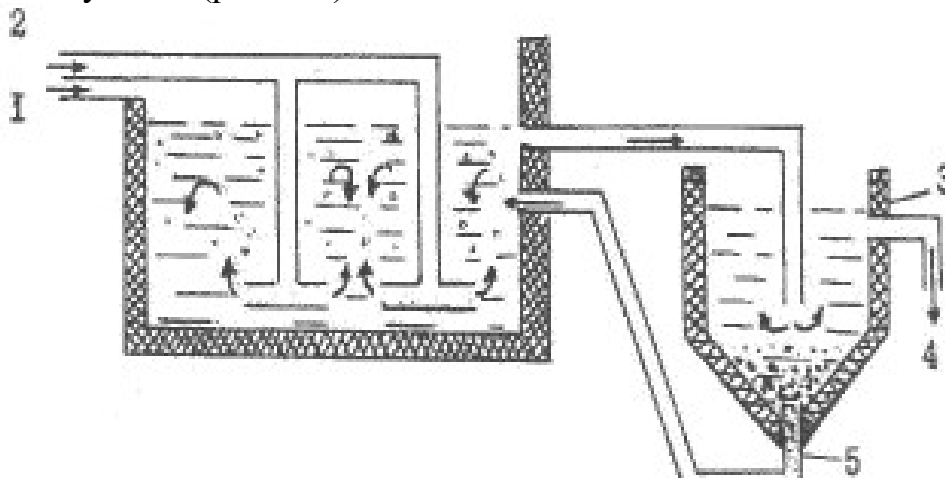


Рисунок 4.4 – Схема аеротенка: 1 - СВ, 2 - повітря, 3 - відстійник, 4 - очищена вода, 5 - активний мул.

СВ і активний мул надходять в довгий бетонний резервуар і рухаються уздовж нього. Для підтримки активного мулу в зваженому стані і забезпечення окислювальних процесів в суміш безперервно подається повітря. Після закінчення процесів біохімічного окислення органічних речовин СВ суміш активного мулу і СВ надходить у вторинний відстійник для відділення активного мулу. Освітлена в відстійнику вода зазвичай після знезараження скидається у водний об'єкт, а активний мул спрямовується знову в аеротенк. В результаті може утворюватися надлишок активного мулу, який доводиться вилучати.

Активний мул – це зважені у воді біологічні пластівці, які відрізняються від біоплівки біологічних фільтрів:

- в активному мулі відсутні представники водоростей;
- біоценоз активного мулу постійно знаходиться в товщі води.

До складу мулу входять найпростіші, бактерії, бактерії-нітріфікатори, бактерії-денітріфікатори і значна кількість грибів. До мікробів, які адсорбуються активним мулом, відноситься вся група кишкової палички.

Кількість організмів в масі активного мулу велике – 10^{12} в 1 м^3 ; сумарна поверхня їх дорівнює 1200 м^3 . Тому активний мул за адсорбційною здатністю можна порівняти з активованим вугіллям, але він ще виконує і функцію переробки ЗР.

Вивчення впливу основних фізико-хімічних факторів на життєдіяльність біоценозів свідчить, що мул є досить стійким до температурних коливань; існує при значній амплітуді зміни рН 4,5-9,5.

Очисні споруди з анаеробним розкладанням

Осад (тверда фаза) СВ містить 95% води; 5% – це вуглеводи, білки, жири і зольні елементи (білки складають 20%, жири – 15%, вуглеводи – 35%, зола – 10%). За допомогою біохімічної переробки осаду на очисних спорудах відбувається його знезараження, а також зміна структури, яка перетворює осад в легко підсихаючу, зручну для утилізації речовину.

Біохімічні процеси в природних умовах при анаеробному бродінні протікають з утворенням метану, вуглекислого газу і води.

Існують такі види очисних споруд, в яких використовуються процеси анаеробного розкладання.

Септики – це споруди, в яких об'єднуються процеси зброджування і утворення осаду. Після запуску септика в експлуатацію поверхня води в ньому темна, гладка. Це означає, що розкладання осаду ще не почалося. Першою ознакою початку бродіння є сильне виділення газів. Через кілька днів вся поверхня септика затягується плівкою, яка потім перетворюється в товсту шкірку, і газ виділяється лише в місцях її розриву.

У септику відбуваються такі процеси. Тверда фаза СВ, осівши на дно басейну, спочатку не розкладається, оскільки для розмноження мікробів анаеробного бродіння необхідний певний час. Розкладання органічної речовини супроводжується інтенсивним газоутворенням. Пухирці газу в результаті гниття піднімаються з дна, захоплюють з собою частинки осаду, виходять в атмосферу, але частинки осаду не опускаються на дно, оскільки все нові і нові бульбашки підходять до поверхні разом з мікродозами осаду. Тому частинки твердої фази злипаються і утворюють спочатку плівку, а потім масивну кірку товщиною іноді до 1 м. Корка не дозволяє охолонути осадку і масі води.

Позитивні характеристики септика: простота обладнання, високий відсоток затримки нерозчинних речовин і простота в експлуатації; негативні: неповнота розкладання органічних речовин через безперервне надходження свіжого осаду. Очищена стічна рідина, що впливає з септика, містить в своєму складі всі гази анаеробного розкладання осаду: метан, вуглекислоту, водень, сірководень, аміак, практично не містить кисню. До недоліків септика відноситься можливість поширення неприємного запаху.

Ці конструкції підходять для обслуговування невеликих об'єктів – заміських будинків і дач. Очищення септика може виконуватися вручну, оскільки габарити споруди невеликі. Зазвичай ця процедура виконується 1-2 рази на рік. Зброджений осад з септика не можна використовувати як добриво, оскільки він становить загрозу для навколишнього середовища. Перед утилізацією осаду його необхідно знезаразити, підігрівши до 60 °С. Септики можуть складатися з 1, 2 або 3-х камер. Ці конструкції підходять для попереднього очищення СВ, після чого вони потребують доочистки на полях фільтрації, в фільтраційних колодязях або канавах.

Двоюрисні відстійники (емієри) відрізняються від септиків тим, що в них усунуті багато їх недоліків. Так, в рідкі стоки не можуть потрапляти гази, що виділяються при розкладанні осаду. Крім того, склад газів, що досягають

поверхні, відрізняється від складу газів в септику. Йдеться про сірководень, який виділяється при анаеробному розкладанні осаду СВ. Оскільки глибина емшернаго колодязя набагато більше, ніж септика, сірководень встигає прореагувати з залізом, яке завжди є в СВ. В результаті утворюється сульфід заліза, усувається неприємний запах, рідина набуває чорного кольору. Реакція проходить в умовах нейтрального або слаболужного середовища; в кислому середовищі взаємодії між сірководнем і залізом не відбувається.

У цих конструкціях процес бродіння може тривати від 1 до 6 місяців. При цьому над двоярусним відстійником варто встановити уловлювач газів. Зброджений осад подається для висушування на мулові плантації. Розкладання органіки в відстійнику протікає набагато швидше і ефективніше, ніж в септику. Значна глибина двох'ярусного відстійника (до 11 м) збільшує його вартість.

Метантенки. Тут зброджування осаду відбувається при штучному підігріві. Сюди стоки потрапляють після первинного відстійника. Метантенк – це закритий резервуар, в якому відбувається анаеробна переробка осаду (рис. 4.5). У таких конструкціях новий осад постійно переміщується зі зрілим. Ефективність роботи всієї конструкції залежить від кількості зрілого осаду. Чим його більше, тим краще.

У метантенку розкладається від 40 до 60% органічної речовини; значна її частина переходить в газ (70% метану, 30% вуглекислоти). Реалізуються два типи бродіння – мезофільное і термофільне. При мезофільному бродінні температура зброжувальної маси підтримується в межах від 30 до 35 °С; при термофільному – від 50 до 55 °С. Термофільне бродіння дозволяє інтенсифікувати процес, що робить можливим збільшення завантаження метантенка в 1,8-2,0 рази. Крім того, при штучному введенні в бродильну масу експериментальних метантенків дуже великих доз патогенних мікробів в термофільних умовах всі вони гинули в продовж декількох годин, в той час як при мезофільному бродінні життєдіяльність їх зберігалася протягом декількох днів. Осад, вилучений зі СВ і зброджених в метантенках, вологістю 90-97%, перекачується на мулові майданчики.

Перевагою анаеробного процесу є також незначне утворення мікробної біомаси. До недоліків слід віднести неможливість видалення органічних забруднень в низьких концентраціях. Але для глибокого очищення концентрованих СВ анаеробну обробку слід використовувати в комбінації з подальшою аеробною стадією (рис. 4.6).

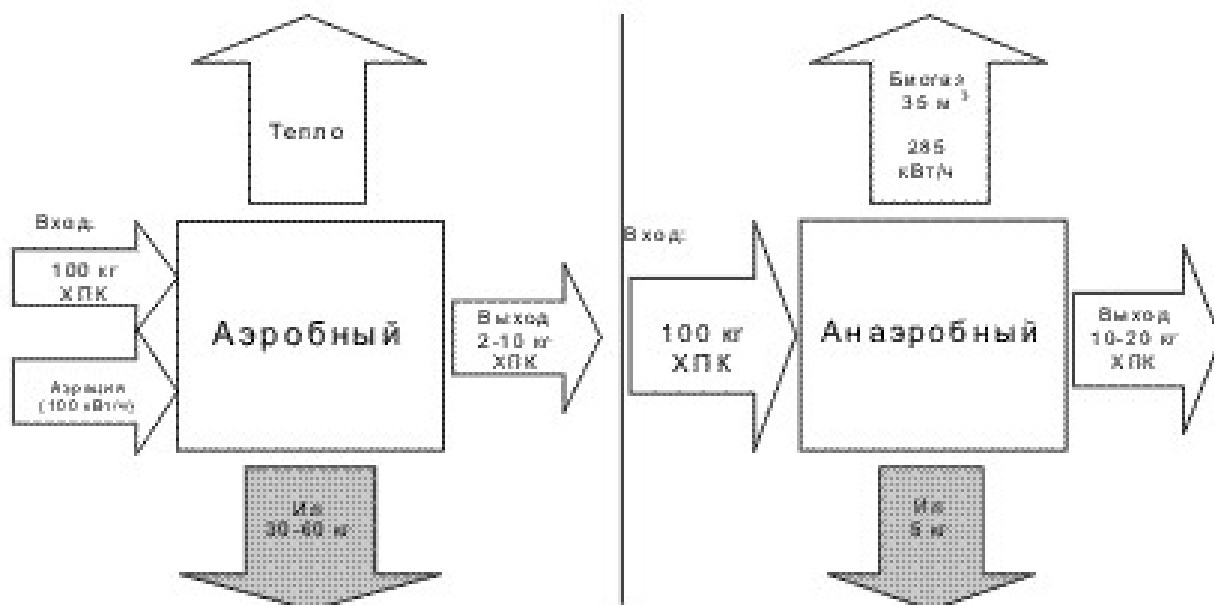


Рисунок 4.6 - Порівняння матеріального і енергетичного балансів методів аеробної і анаеробної очистки СВ.

4.6 Станції очистки міських стічних вод

На початку 90-х років на території України діяло понад 2,8 тис. очисних споруд з самостійним випуском СВ у водні об'єкти, з них споруд біологічного очищення – близько 60%, механічного – 35%, фізико-хімічного - 5%.

В результаті випереджального будівництва житла, об'єктів соціального побуту та промисловості, незбалансованого розвитку міських водогосподарських комплексів диспропорція між потужностями системи водопостачання та очисних споруд каналізації збільшується.

Очисні споруди є комплексом інженерних споруд, призначених для очищення СВ від ЗР, які містяться в них. Метою очищення є підготовка СВ до використання на підприємстві або до скидання в водні об'єкти.

Промислові СВ, як правило, спочатку очищують на локальних очисних спорудах для зниження концентрації ЗР, виділення з них і утилізації корисних речовин, а також для підготовки цих вод до очищення на загальнозаводських очисних спорудах (якщо це необхідно). Після локальної очистки СВ можуть бути використані знову в технологічному процесі. В окремих випадках очищені промислові СВ скидають у водні об'єкти або без повного очищення в міську каналізаційну мережу.

Сучасні станції очистки міських СВ (рис. 4.7) вважаються промисловими комплексами, що продукують очищену воду. Комплекс очисних споруд включає чотири основні блоки (на станціях їх називають цехами):

1. механічної очистки,
2. біологічної очистки,

3. знезараження води
4. обробки осадів.

У цеху механічного очищення (1) з води вилучаються нерозчинні домішки, при цьому вони поділяються на переважно органічні і переважно неорганічні. Послідовність видалення різних домішок обумовлена ступенем їх дисперсності і питомою масою.

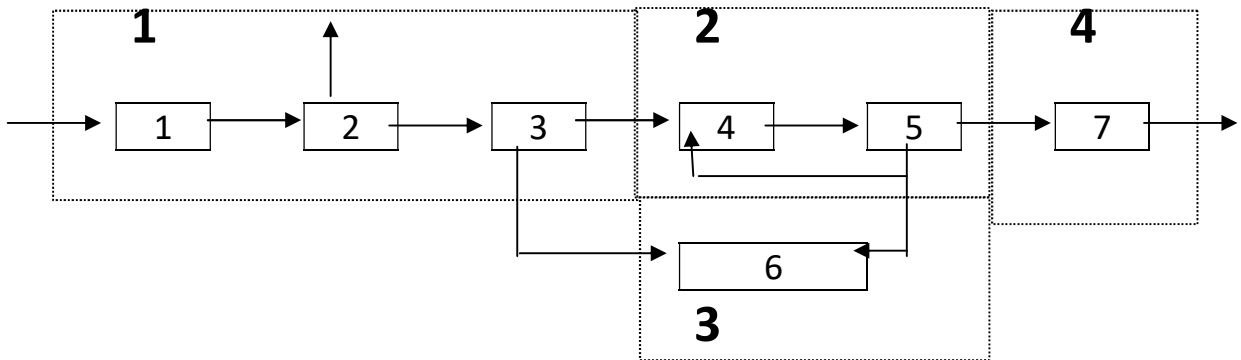


Рисунок 4.7 – Принципова схема міської станції очистки СВ

На першій стадії очищення воду проціджують через решітки (1), які затримують великі домішки. У складі очисних споруд передбачаються решітки з поздовжніми отворами не більше 16 мм або решітки-подрібнювачі. При такій величині отворів кількість відходів, затриманих на решітках, становитиме в рік 8 дм³ на 1 людину. Якщо добова кількість затриманих відходів не перевищує 0,1 м³, то допускається ручне очищення і вивезення відходів в герметичних контейнерах в місця знезараження твердих побутових і промислових відходів. В інших випадках слід передбачати механізоване очищення і подрібнення відходів, скидання їх назад в потік СВ або ж обробка спільно з осадами. Суха речовина осадів на 93 - 95% складається з органічних сполук.

На наступній стадії – в пісковловлювачах (2) – вода звільняється від важких мінеральних домішок (пісок), що захищає наступні спорудження від абразивної дії піску. Пісок, який осів, переміщується на піскові майданчики або ж в бункера, звідки вивозиться і використовується для вирівнювання ділянок місцевості. Пісковловлювачі влаштовують при продуктивності очисних споруд понад 100 м³/д. Пісковловлювачів має бути не менше двох. Тип пісковловлювача залежить від продуктивності станції. При продуктивності до 5000 м³/д доцільно застосовувати тангенціальні пісковловлювачі, 10 000 - 20 000 м³/д – горизонтальні, понад 20 000 м³/д – аеруємі.

Нарешті, на останній стадії механічного очищення в первинних відстійниках (3) виділяють частину зважених речовин, які в результаті седиментації утворюють осад, зазвичай званий сирим. Осад, як і відброси, що знімаються з решіток, містить, в основному, легко загниваючі домішки органічного характеру. Тому сирий осад і відброси передаються в цех

обробки осадів (3) для знешкодження і стабілізації.

Органічні ЗР, які містяться в СВ у вигляді колоїдів і розчинених речовин, вилучаються на 90-95% шляхом біохімічної очистки в цеху біохімічної очистки (2) в спеціальних спорудах (аеротенки, біофільтри, метантенки) (4).

Останній етап обробки СВ в цеху знезараження (4) – їх дезінфекція (знезараження) хлором, який впливає на бактеріальні організми, які залишилися після біологічної, хімічної та додаткової очистки.

Забороняється випускати СВ, які містять:

а) виробничу сировину, реагенти, напівпродукти та кінцеві продукти виробництв в кількостях, які перевищують встановлені нормативи технологічних втрат;

б) речовини, для яких не встановлено ГДК;

в) радіоактивні речовини;

г) технологічні відходи.

СЗЗ очисних станцій оцінюють з точки зору достатності відстані між ними і житловою забудовою, а також між ними і водозабірних споруд підземних вод. У табл. 4.8 наведено відстані СЗЗ для очисних споруд продуктивністю понад 200 м³/д.

Таблиця 4.8 – Санітарно-захисні розриви для очисних споруд продуктивністю понад 200 м³/д

Очисні споруди	Відстань при продуктивності очисних споруд $n \cdot 10 \text{ м}^3/\text{д}$, м		
	$n = 0,2 - 5$	$n = 5-10$	$n = 50-280$
Для механічної та біологічної очистки:			
• з мулової майданчиком для зброджених осадів	200	400	500
• з механічною і термомеханічною обробкою осадів у відкритих приміщеннях	150	300	400
Майданчики для обробки осадів	200	400	500
поля фільтрації	300	500	1000
поля зрошення	200	400	1000
аеротенки	100	150	200
біофільтри	250	200	-
біологічні ставки	200	300	300

Величина СЗЗ очисної станції встановлюється за тією спорудою, для якої необхідна найбільша відстань. При наявності поблизу очисних станцій місцевих споруд для забору ґрунтових вод мінімальні санітарні відстані встановлюються в кожному конкретному випадку.

Майданчик для будівництва очисних споруд, як правило, повинен розміщуватися з підвітряного боку переважаючих вітрів теплого періоду року і нижче населеного пункту за течією річки. Скидання СВ у межах населеного пункту забороняється.

Вибір схеми очищення СВ

При виборі схеми очищення СВ основним критерієм є обсяг СВ (табл. 4.9). Виділяють три групи очисних споруд:

- перша – спорудження, використання яких доцільно при продуктивності очисних станцій понад 10 000 м³/д, використовується в селищах міського типу і містах,
- друга – від 25 до 10 000 м³/д (малі очисні споруди),
- третя – до 25 м³/д (місцеві очисні споруди).

Таблиця 4.9 – Вибір очисних споруд різної продуктивності, м³/д

Понад 10000	25 – 10000 (малі)	До 25 (місцеві)
Споруди механічного очищення		
Пісковловлювачі Горизонтальні, вертикальні і радіальні відстійники	Пісковловлювачі	Септики
Споруди біологічної очистки		
Поля фільтрації	Малі поля фільтрації	Поля підземної фільтрації
Поля зрошення	Малі поля зрошення	Поля підгрунтового зрошення
Різні типи аеротенків	Біологічні ставки	Фільтруючі колодязі
Різні типи біологічних фільтрів	Різні типи біологічних фільтрів	Піщано-гравійні фільтри фільтруючі траншеї
	Циркуляційно-окисні канали	Біофільтри малої продуктивності

Осади СВ

На очисних спорудах повинні надійно знезаражуватися і утилізуватися осади СВ з відстійників. Показання до вибору методів і схем обробки осадів приведено в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Вибір методів і схем обробки осадів СВ при різній продуктивності очисної станції, м³/д

100000	10000 – 100000	25 – 10000	До 25
Метод анаеробної стабілізації: мулоущильнювачі, метантенк, мулові майданчики, сільськогосп	Термомеханічний метод: мулоущильнювачі, вакуум-фільтр, термічна сушка, сільськогосподарські поля; мулоущильнювачі, фільтр-прес, термічна	Метод анаеробної стабілізації: двох'ярусний відстійник, мулові майданчики, сільськогосподарські поля Метод аеробного стабілізації: аеротенк, аераційна секція, термічна обробка,	Метод анаеробно ї стабілізації: септик, підземні мулові майданчик и; септик,

одарські поля	сушка, сільськогосподарські поля Термічний метод: мулоущильнювачі, вакуум-сушка, спалювання	сільськогосподарські поля; аеротенк, аераційна секція, компостування, сільськогосподарські поля	компостування
---------------	--	---	---------------

Надійне знезараження осадів досягається при застосуванні не одного, а декількох методів. Анаеробна стабілізація забезпечує стійкий ефект дегельмінтизації, якщо зброджування відбувається в термофільних умовах. Після аеробного стабілізації осад потрібно прогріти до 60 °С або застосувати метод компостування.

Контроль складу СВ і показники ефективності роботи очисних споруд

Програма лабораторного дослідження СВ (обсяг) залежить від певних умов:

- вигляду споруди,
- об'єкта дослідження,
- тих завдань, які стоять перед санітарною службою.

Наприклад, в залежності від об'єкта досліджень визначають специфічні показники оцінки ефективності роботи різних очисних споруд, які наведено в табл. 4.11.

Наведені показники потрібно враховувати при вивченні ефективності роботи тих чи інших споруд. Включення в програму додаткових показників потрібно в аварійних випадках. За епідемічними показниками дослідження здійснюється на всіх етапах очистки (наявність патогенних мікроорганізмів). Хімічні речовини детальніше вивчають при аналізі промислових СВ, які скидаються конкретними підприємствами.

Повний аналіз СВ включає визначення таких параметрів:

- температура,
- інтенсивність запаху,
- кольоровість,
- рН,
- прозорість,
- обсяг і маса осідаючих речовин,
- завислі речовини і втрата маси при їх прожаренні,
- азот загальний, амонійний, нітритів, нітратів,
- перманганатная окислюваність,
- біхроматна окислюваність (ХСК),
- біохімічне споживання кисню (БСК₅, БСК₂₀),
- розчинений кисень,
- хлориди, фосфати,

- фториди,
- вільний хлор,
- специфічні інгредієнти, які характеризують присутність промислових СВ, - залізо, мідь, хром, цинк, свинець, СПАР, мікробне число, колі-індекс,
- за епідемічними показниками виявляють наявність патогенних мікроорганізмів.

Таблиця 4.11 – Специфічні показники оцінки ефективності роботи очисних споруд

Назва споруди	Об'єкт дослідження	Показники, які характеризують ефективність роботи
Песковловлювачі	Пісок	Вологість, гігроскопічна вологість, об'ємна маса
Первинні і двох'ярусні відстійники	Стічна рідина до і після виходу з споруди	Вологість, гігроскопічна вологість, об'ємна маса. Прозорість, обсяг і маса зважених часток, кількість яєць гельмінтів
Поля зрошення і фільтрації	Стічна рідина і її фільтрат	БСК, ХСК, азот амонійний, нітратів, нітритів, перманганатная окислюваність
Біологічні ставки	Вода ставків в напрямку руху СВ	БСК, перманганатна окислюваність, ХСК, азот амонійний, нітратів, нітритів, розчинений кисень
Споруди штучної біологічної очистки	Стічна рідина після виходу з первинних відстійників і біологічно очищена стічна рідина	БСК, перманганатна окислюваність, ХСК, азот амонійний, нітратів, нітритів, розчинений кисень
Споруди по знезараженню СВ	Стічна рідина до і після знезараження	Мікробне число, колі-індекс, залишковий хлор

Повний аналіз СВ виконують при надходженні їх на очисну станцію і після всіх етапів очищення, а також аналізують воду водних об'єктів, в які випускаються очищені СВ. Повний аналіз повинен виконуватися відомчою лабораторією не рідше одного разу в декаду, лабораторіями СЕС – за спеціальними графіками, але не рідше одного разу на квартал.

Скорочений аналіз СВ здійснюють щодня для оперативного відомчого контролю за роботою очисних споруд. Він включає такі визначення:

- прозорість,
- рН,
- обсяг і маса завислих і осідаючих речовин,
- їх втрата при прожарюванні,

- розчинений кисень (очищена вода),
- БСК5,
- ХСК,
- мікробне число,
- колі-індекс,
- яйця гельмінтів,
- наявність патогенних мікроорганізмів за епідемічними показниками,
- хімічні речовини, які скидаються із стічними водами конкретного підприємства.

Аналіз осаду СВ і мулу, що надходять в метантенки і вивантажуються після бродіння, ведеться по повній і скороченою програмою.

Повний аналіз осаду СВ і мулу включає дослідження:

- абсолютної і гігроскопічної вологості,
- зольності,
- наявності речовин, які екстрагуються ефіром і бензолом,
- вуглеводів,
- загального азоту,
- білкового азоту,
- фосфору,
- СПАР,
- заліза,
- міді,
- хрому,
- радіоактивних речовин,
- вмісту яєць гельмінтів.

Повний аналіз робиться один раз на квартал.

Скорочений аналіз осаду СВ і мулу передбачає визначення:

- абсолютної і гігроскопічної вологості,
- зольності.

За скороченою програмою аналізують осад та мул при кожному завантаженні і вивантаженні метантенков.

Аналіз газу роблять раз на місяць для визначення співвідношення метану, водню, кисню, азоту, сірководню.

Поточний відомчий лабораторний контроль за роботою аеротенків, крім дослідження СВ до і після очищення, включає щоденний контроль дози активного мулу (г/дм^3 і відсоток за обсягом) і вмісту розчиненого кисню в очищеній воді (один-два рази на добу). Якість мулу контролюють, визначаючи два рази в декаду муловий індекс, швидкість осадження, кількість найпростіших, потребу активного мулу в кисні. Крім того, раз на місяць встановлюють гігроскопічну вологість, зольність, вміст загального азоту, фосфору, рівень радіоактивності, наявність яєць гельмінтів.

При проведенні знезараження води хлором відомча лабораторія повинна не рідше одного разу на місяць визначати хлоропоглинання очищених СВ і

не рідше чотирьох-п'яти разів на добу – кількість залишкового хлору.

СЕС контролює як обсяг виконання аналізів відомчою лабораторією, так і їх якість, періодично перевіряючи дані в своїй лабораторії.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологія міста / под ред. Стольберга Ф.В. – К.: Либра, 2000. – 464 с.
2. Кучерявий В.П. Урбоекологія. – Львів: Світ, 2001. – 440 с.
3. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць. – Львів: Світ, 2005. – 456с.
4. ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів»: за станом на 19 червня 1996 р.
5. Владимиров В.В. Урбоекология: конспект лекций. – М.: МНЭПУ, 1999. – 204 с.
6. Маслов Н.В. Градостроительная экология. – М.: Высшая школа, 2003. – 284 с.
7. Экологическая безопасность в строительном комплексе / Рязанцев А.Н. и др. – М.: НИИ-Природа, 1999. – 310 с.
8. Экологические аспекты городских систем: сб. науч. трудов. – Минск, 1984.
9. Инженерная экология и экологический менеджмент / под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадына. – М.: Логос, 2003. – 528 с.
10. Адамов Б.У. Екоменеджмент розвитку міст. – Донецьк: ІЕПНАУ, 1997. – 68 с.
11. Кавтарадзе Д.Н. Урбанизация биосферы // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2005. – №7. – С. 3 – 37.
12. Новиков К.Н. Гигиена города. – М.: Высшая школа, 1986. – 396 с.
13. Волошин И.М. Методика дослідження проблем природокористування - Львів: ІДУ, 1994.- 160 с.

ДОДАТОК А

Витяг з ДСП 173-96 №дежравжні санітарні правила планування та забудови населених пунктів»

4. Вимоги до розміщення та організації сельбищної території

4.1. Організація сельбищних територій населених пунктів повинна створити максимально сприятливі умови проживання населення з урахуванням нормативного забезпечення повним набором установ соціального, культурного та побутового обслуговування населення, додержання нормативних показників густоти населення на території житлових кварталів та районів, якості навколишнього середовища та мікроклімату, вимог до організації та благоустрою присадибних територій, транспортної та інженерної інфраструктури відповідно до діючих будівельних норм та правил, а також вимог цих Правил.

4.2. Розміщення житлово-громадських об'єктів, а також дачних поселень не допускається:

- у першому поясі зони санітарної охорони курортів і джерел водопостачання, межі яких установлюються відповідно до діючого законодавства;

- на ландшафтно-рекреаційних територіях, включаючи землі міських лісів, якщо об'єкти, що проєктуються, не призначені для відпочинку та спорту;

- на територіях інтенсивного забруднення хімічними, фізичними, в т.ч. радіаційними та біологічними, факторами до здійснення оздоровчих заходів, що забезпечать нормативну якість середовища, підтверджену відповідними дослідженнями;

- у водоохоронних зонах рік та інших поверхневих водоймищ;

- на територіях з щільністю радіоактивного забруднення ізотопами цезію понад 5 Кі/км², стронцію - понад 0,15 Кі/км², плутонію - понад 0,01 Кі/км², якщо за допомогою спеціальних методів неможливо понизити радіоактивне забруднення ділянки менше вказаних меж;

- на територіях закритих кладовищ та звалищ господарсько-побутових відходів, які повинні виключатись із зон забудови та використовуватись під озеленення (при піщаних ґрунтах, супісках та суглинках на 15-20 років, при глинистих ґрунтах - на 25-30 років після останнього поховання або закриття звалища).

4.3. У сельбищній зоні населеного пункту допускається розташування промислових підприємств, які не є джерелами викидів шкідливих речовин, не створюють шуму, вібрації, електромагнітних та іонізуючих випромінювань вище нормативних рівнів, що не потребують обладнання під'їздних залізничних шляхів, інтенсивного руху автомобільного транспорту (понад 40 автомобілів за добу). При цьому відстань до житлових будинків, ділянок дитячих дошкільних закладів, шкіл, закладів охорони здоров'я, відпочинку та фізкультурних споруд слід встановлювати за погодженням з органами державного санітарного нагляду, але не менше 50 м від межі території об'єкту.

4.4. Розміщення садибної забудови у містах повинно передбачатись переважно на вільних територіях, на ділянках реконструйованої забудови в межах міської зони, а також на резервних територіях приміських зон.

У районах садибної забудови слід передбачати озеленення, благоустрій та повне інженерне забезпечення території, а також обов'язкове забезпечення соціально-побутовими об'єктами повсякденного користування. При відсутності інженерних мереж міської (селищної) каналізації передбачати каналізування садиб на місцеві очисні споруди, що виконуються за затвердженим для регіону типовими проєктами. Обладнання внутрішньодомової каналізації з відведенням побутових стоків у вигріб не допускається.

4.5. Планувальна організація території житлового району (кварталу) повинна забезпечувати в житлі та на території поблизу будинків сприятливий мікроклімат, нормативні акустичний та інсоляційний режими і рівні хімічного забруднення навколишнього середовища, питомі розміри вільних і озелених площ дворів, що відповідають будівельним нормам.

Розміщення житлових будинків з вбудованими та прибудованими приміщеннями громадського призначення допускається тільки по червоній лінії забудови. Окремі будівлі громадського призначення можуть бути розміщені на території житлової забудови тільки при узгодженні з органами державного санітарного нагляду та додержанні санітарно-гігієнічних вимог.

4.6. Розташування та орієнтація житлових та громадських будівель висотою 5 і більше поверхів повинні здійснюватись з урахуванням забезпечення нормативної тривалості інсоляції відповідно до "Санитарных норм и правил обеспечения инсоляцией жилых и общественных зданий и территории жилой застройки", а також норм освітлюваності відповідно до СНиП II-4-79 "Естественное и искусственное освещение".

В Україні тривалість інсоляції повинна становити для житлових приміщень та прирівнених до них будівель та дворових територій не менше 2,5 годин на день на період з 22 березня до 22 вересня.

Нормативна тривалість інсоляції повинна бути забезпечена: у житлових квартирах - не менше однієї житлової кімнати в одно-, дво-, трикімнатній квартирі і не менше двох житлових кімнат в чотирикімнатній квартирі, в спальнях гуртожитків і готелів (не менше 60% кімнат). Розташування та орієнтація основних функціональних приміщень дитячих дошкільних закладів, загальноосвітніх шкіл, шкіл-інтернатів, закладів охорони здоров'я і відпочинку повинні забезпечувати безперервну тригодинну тривалість інсоляції на добу. Нормативна тригодинна інсоляція повинна бути забезпечена на територіях дитячих гральних, спортивних майданчиків житлових будинків, дошкільних закладів, шкіл, спортивної зони та зони відпочинку.

4.7. Захист від надлишкової теплової дії інсоляції слід передбачати на території житлової забудови в III та IV кліматичних районах не менше, ніж для половини гральних майданчиків, місць розташування ігрових пристроїв, спортивних приладів, майданчиків для відпочинку та не менше, ніж для 2/3 тротуарів і пішохідних доріжок.

У житлових будинках, розташованих у вказаних районах, не дозволяється орієнтація квартир, при якій вікна житлових кімнат і нормованих приміщень громадських будівель виходять на один бік будинку, в межах сектора горизонту від 200 до 290о.

Заходи по обмеженню надлишкової теплової дії інсоляції не повинні порушувати нормативного природного освітлення приміщень.

4.8. Контроль за інсоляцією необхідно проводити при відводі ділянки під забудову і на подальших етапах проектування (проект детального планування житлового району, проект забудови житлового кварталу), а також при вирішенні всіх питань реконструкції та ущільнення забудови, в тому числі прибудови, надбудови, капітального ремонту і т.ін.

4.9. Для забезпечення сприятливого мікроклімату на території житлових груп (дворів) при необхідності слід передбачати планувальні прийоми, які забезпечують вітропильзахист та аерацію житлової території.

4.10. Дворові території мікрорайонів повинні забезпечувати різні види відпочинку та занять всіх груп населення, в тому числі майданчики для:

- ігор дітей дошкільного і молодшого шкільного віку розміром не менше 0,7 м²/люд. на відстані не менше 12 м від вікон житлових і громадських будівель та на відстані не менше 20 м від місць розміщення сміттєзбірників та короткочасних стоянок автотранспорту;

- занять фізкультурою та спортом розміром не менше 2 м²/люд. на відстані від житла - 10-40 м;

- відпочинку дорослого населення розміром не менше 0,1 м²/люд. на відстані 10 м від житлових та громадських будівель;

- господарського призначення (сушіння білизни, чистка речей, розміщення сміттєзбірників) з розрахунку не менше 0,3 м²/люд. на відстані не менше 20 м від житлових будівель та майданчиків для гри та відпочинку, для виходу собак - на відстані 40 м;

- спеціального призначення (відкриті майданчики для короткочасних та гостьових стоянок автомобілів) з розрахунку 0,8 м²/люд. на відстані 10-50 м в залежності від місткості.

Майданчики повинні бути ізольовані від об'єктів обслуговування, господарських дворів, магістральних вулиць, не повинні бути прохідними для пішоходів та транзитного руху транспорту.

4.11. Вимоги до системи обслуговування передбачають:

- достатню забезпеченість установами соціально-культурного, комунально-господарського, інженерно-транспортного обслуговування відповідно до державних будівельних норм;

- нормативну транспортно-пішохідну доступність установ повсякденного і періодичного обслуговування.

В умовах помірного клімату для більшості об'єктів повсякденного використання, відвідування яких пов'язане з перенесенням вантажів, слід рекомендувати гранично допустимий радіус пішохідної доступності - 300 м, для умов південних міст - 200 м.

4.12. Ділянки дитячих та лікувально-профілактичних установ не повинні безпосередньо прилягати до магістральних вулиць та промислово-складських зон.

4.13. При реконструкції житлової забудови, яка вже склалася, необхідне упорядкування територій відповідно до гігієнічних вимог та норм (інсоляції, освітленості, забезпеченості об'єктами соціального побуту і т.ін.).

Реконструкція житлової забудови повинна проводитись за погодженням з органами санепідслужби.

5. Вимоги до розташування та організації виробничої території

5.1. До складу виробничої території входять: промислова, комунально-складська, науково-виробнича зони, споруди зовнішнього транспорту та міської вулично-дорожньої мережі. Розміщення вказаних зон визначається містобудівними і санітарно-гігієнічними нормами відповідно до санітарної класифікації підприємств, профілізації населеного пункту, особливостей місцевих умов і т.ін.

У великих, крупних та найкрупніших містах допускається створення декількох промислових зон, а також сільсько-промислових районів з обов'язковим відокремленням в самостійний промвузол групи харчових підприємств та підприємств по переробці сільськогосподарської продукції, продовольчих складів, зерно- та овочесховищ, холодильників і т.ін.

У селищах міського типу, малих і середніх містах слід формувати одну промислову зону багатofункціонального призначення.

5.2. У промисловій зоні підприємства слід розташовувати у складі промислових вузлів, групуючи їх за санітарними і технологічними ознаками з урахуванням класу небезпеки, щоб виключити можливість несприятливого впливу підприємства вищого класу небезпеки на працюючих, технологічні процеси, сировину чи продукцію іншого підприємства нижчого класу небезпеки, а також на здоров'я і умови життя населення. Крім того, необхідно враховувати комплексний вплив на навколишнє середовище всіх підприємств, які входять в промвузол.

Доцільно здійснювати раціональне групування підприємств суміжних галузей у вигляді смуг з забезпеченням безперервної наскрізної технології, кооперування допоміжних виробництв, інженерно-технологічних, транспортних, комунально-складських та культурно-побутових споруд.

У промислові вузли, райони, до складу яких входять підприємства I та II класу небезпеки, не припускається включати підприємства харчової, легкої, хіміко-фармацевтичної промисловості, об'єкти по переробці сільгосппродукції, продовольчі склади, зерно та овочесховища, холодильники і т.ін.

5.3. Промислові підприємства (вузли) слід розташовувати на підвищених ділянках з добрим природним провітрюванням, з підвітряного боку відносно сільбищної території. При цьому слід орієнтуватися на середньорічну та сезонну (літню, зимову) розу вітрів.

На територіях з гірським, передгірним та горбистим рельєфом житлову та виробничу зони доцільно розташовувати по різні боки водорозділу. Не допускається розташування промислової зони між водним об'єктом та сільбищною територією, а також вище за течією ріки по відношенню до житлового району або рекреаційної зони.

5.4. Промислові, сільськогосподарські та інші об'єкти, що є джерелами забруднення навколишнього середовища хімічними, фізичними та біологічними факторами, при неможливості створення безвідходних технологій повинні відокремлюватись від житлової забудови санітарно-захисними зонами.

Санітарно-захисну зону слід встановлювати від джерел шкідливості до межі житлової забудови, ділянок громадських установ, будинків і споруд, в тому числі дитячих, навчальних, лікувально-профілактичних установ, закладів соціального забезпечення, спортивних споруд та ін., а також територій парків, садів, скверів та інших об'єктів зеленого будівництва загального користування, ділянок оздоровчих та фізкультурно-спортивних установ, місць відпочинку, садівницьких товариств та інших, прирівняних до них об'єктів, в тому числі:

- для підприємств з технологічними процесами, які є джерелами забруднення атмосферного повітря шкідливими, із неприємним запахом хімічними речовинами та біологічними факторами, безпосередньо від джерел забруднення атмосфери організованими викидами (через труби, шахти) або неорганізованими викидами (через ліхтарі будівель, димлячі і паруючі поверхні технологічних установок та інших споруд тощо), а також від місць розвантаження сировини, промпродуктів або відкритих складів;

- для підприємств з технологічними процесами, які є джерелами шуму, ультразвуку, вібрації, статичної електрики, електромагнітних та іонізуючих випромінювань та інших шкідливих факторів - від будівель, споруд та майданчиків, де встановлено обладнання (агрегати, механізми), що створює ці шкідливості;

- для теплових електростанцій, промислових та опалювальних котелень - від димарів та місць зберігання і підготовки палива, джерел шуму;

- для санітарно-технічних споруд та установок комунального призначення, а також сільськогосподарських підприємств та об'єктів - від межі об'єкта.

На зовнішній межі санітарно-захисної зони, зверненої до житлової забудови, концентрації та рівні шкідливих факторів не повинні перевищувати їх гігієнічні нормативи (ГДК, ГДР), на межі курортно-рекреаційної зони - 0,8 від значення нормативу.

Територія санітарно-захисної зони не повинна розглядатись як резерв розширення підприємств, сільбищної території і прирівняних до них об'єктів.

5.5. Розміри санітарно-захисних зон для промислових підприємств та інших об'єктів, що є джерелами виробничих шкідливостей, слід встановлювати відповідно до діючих санітарних норм їх розміщення при підтвердженні достатності розмірів цих зон за "Методикою расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий" ОНД-86, розрахунками рівнів шуму та електромагнітних випромінювань з урахуванням реальної санітарної ситуації (фоновому забрудненню, особливостей рельєфу, метеумов, рози вітрів та ін.), а також даних лабораторних досліджень щодо аналогічних діючих підприємств та об'єктів.

У тих випадках, коли розрахунками не підтверджується розмір нормативної санітарно-захисної зони або неможлива її організація в конкретних умовах, необхідно приймати рішення про зміну технології виробництва, що передбачає зниження викидів шкідливих речовин в атмосферу, його перепрофілювання або закриття.

5.6. Основою для встановлення санітарно-захисних зон є санітарна класифікація підприємств, виробництв та об'єктів, що наведена у додатку № 4.

Розміри санітарно-захисних зон та санітарних розривів від сільськогосподарських підприємств і виробничих комплексів слід приймати відповідно до "Санитарных правил для животноводческих предприятий" № 4542-87, "Санитарных правил и норм размещения, устройства и эксплуатации малых ферм для содержания животных (скота, птицы, зверей) в населенных пунктах Украинской ССР" № 5.02-12/Н, ДБН Б.2.4-3-95 "Генеральні плани сільськогосподарських підприємств" (додаток № 5).

5.7. Санітарно-захисна зона для підприємств та об'єктів, що проектується з впровадженням нової технології або реконструюються, може бути збільшена при необхідності та належному техніко-економічному та гігієнічному обґрунтуванні, але не більше, ніж в 3 рази у випадках:

- відсутності способів очищення викидів;
- неможливості знизити надходження в навколишнє середовище хімічних речовин, електромагнітних та іонізуючих випромінювань та інших шкідливих факторів до меж, встановлених нормативами;

- при розташуванні житлової забудови, оздоровчих та інших прирівняних до них об'єктів з підвітряного боку відносно підприємств в зоні можливого забруднення атмосфери.

Якщо трикратне збільшення санітарно-захисної зони не забезпечує припинення впливу підприємства на стан навколишнього середовища та здоров'я населення, слід приймати рішення відповідно до п.5.5 цих Правил.

Розміри санітарно-захисної зони можуть бути зменшені, коли в результаті розрахунків та лабораторних досліджень, проведених для району розташування підприємств або іншого виробничого об'єкта, буде встановлено, що на межі житлової забудови та прирівняних до неї об'єктів концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі, рівні шуму, вібрації,

ультразвуку, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, статичної електрики не перевищуватимуть гігієнічні нормативи.

5.8. У разі організації нових, не вивчених в санітарно-гігієнічному відношенні виробництва та технологічних процесів, а також будівництва (реконструкції) великих підприємств I та II класів небезпеки та їх комплексів, що можуть несприятливо впливати на навколишнє середовище та здоров'я населення, розміри санітарно-захисних зон слід встановлювати у кожному конкретному випадку з урахуванням даних про ступінь впливу на навколишнє середовище аналогічних об'єктів, які функціонують у державі та за її кордоном та відповідних розрахунків.

5.9. Розміри санітарно-захисних зон для нових видів виробництв, підприємств та інших виробничих об'єктів з новими технологіями, а також зміни цих зон (збільшення чи зменшення згідно з п. 5.7) затверджуються при належному обґрунтуванні Головним державним санітарним лікарем України.

5.10. У санітарно-захисних зонах не можна допускати розміщення:

- житлових будинків з придомовими територіями, гуртожитків, готелів, будинків для прийжджих, аварійних селищ;
- дитячих дошкільних закладів, загальноосвітніх шкіл, лікувально-профілактичних та оздоровчих установ загального та спеціального призначення зі стаціонарами, наркологічних диспансерів;
- спортивних споруд, садів, парків, садівницьких товариств;
- охоронних зон джерел водопостачання, водозабірних споруд та споруд водопровідної розподільної мережі.

Не допускається використання для вирощування сільськогосподарських культур, пасовищ для худоби земель санітарно-захисної зони підприємств, що забруднюють навколишнє середовище високотоксичними речовинами та речовинами, що мають віддалену дію (солі важких металів, канцерогенні речовини, діоксини, радіоактивні речовини та ін.). Можливість сільськогосподарського використання земель санітарно-захисних зон, що не забруднюються вищепереліченими речовинами, необхідно визначати за погодженням з територіальними органами Мінсільгоспроду і Міністерства охорони здоров'я України.

5.11. В промислові райони, відділені від сільбищної території санітарно-захисною зоною шириною 1000 м і більше не слід включати підприємства харчової, медичної, легкої та інших видів промисловості, на продукцію яких і умови праці робітників можуть негативно впливати викиди виробництв високого класу шкідливості.

5.12. У санітарно-захисній зоні допускається розташовувати:

- пожежні депо, лазні, пральні, гаражі, склади (крім громадських та спеціалізованих продовольчих), будівлі управлінь, конструкторських бюро, учбових закладів, виробничо-технічні училища без гуртожитків, магазини, підприємства громадського харчування, поліклініки, науково-дослідні лабораторії, пов'язані з обслуговуванням даного та прилеглих підприємств;
- приміщення для чергового аварійного персоналу та добової охорони підприємств за встановленим списочним складом, стоянки для громадського та індивідуального транспорту, місцеві та транзитні комунікації, ЛЕП, електростанції, нафто- і газопроводи, свердловини для технічного водопостачання, водоохолоджуючі споруди, споруди для підготовки технічної води, каналізаційні насосні станції, споруди оборотного водопостачання, розсадники рослин для озеленення підприємств та санітарно-захисної зони.

5.13. Територія санітарно-захисної зони має бути розпланованою та упорядкованою. Мінімальна площа озеленення санітарно-захисної зони в залежності від ширини зони повинна складати: до 300 м - 60%, від 300 до 1000 м - 50%, понад 1000 м - 40%.

З боку сільбищної території необхідно передбачати смугу дерево-чагарникових насаджень шириною не менше 50 м, а при ширині зони до 100 м - не менше 20 м.

5.14. Проект організації санітарно-захисної зони слід розробляти в комплексі з проектом будівництва (реконструкції) підприємства з першочерговою реалізацією заходів, передбачених у зоні.

5.15. Розміщення та організація комунально-складської зони проводиться відповідно до вимог ДБН 360-92* "Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень" (пп.4.17-4.21).

5.16. Санітарно-захисні зони для складських будівель слід приймати на основі діючих нормативів щодо проектування складських будівель і споруд.

Розміри санітарно-захисних зон для міських загальнотоварних та спеціалізованих складів наведені у додатку № 6, для складів сильнодіючих отруйних речовин - у додатках № 7 та № 8.

Санітарні розриви від загальнотоварних і спеціалізованих складів до закладів охорони здоров'я, відпочинку, дитячих дошкільних закладів і загальноосвітніх шкіл можуть бути збільшені, але не більше, ніж у 2 рази на вимогу органів та установ державного санітарного нагляду.

5.17. Санітарні розриви між продовольчими складами, складами продовольчої сировини та промисловими підприємствами слід приймати такими ж, як між промисловими підприємствами, які виділяють виробничі шкідливості, та житловою забудовою.

5.18. Транспортна мережа міських і сільських поселень повинна забезпечувати зручні, швидкі та безпечні зв'язки з усіма функціональними зонами населеного пункту, з іншими поселеннями системи розселення, об'єктами приміської зони, зовнішнього транспорту та автомобільними дорогами загальної мережі. При цьому архітектурні та інженерні рішення транспортної мережі повинні враховувати особливості ландшафту та вимоги щодо охорони навколишнього середовища населених пунктів.

5.19. Пасажирські вокзали (залізничного, автомобільного, водного транспорту, аеровокзали) слід розміщувати, забезпечуючи достатні транспортні зв'язки з центром міста, між вокзалами, житловими та промисловими районами. Розміри санітарно-захисних зон для вокзалів приймаються в залежності від пасажиропотоків (додаток № 9).

5.20. Житлову забудову необхідно відокремлювати від залізничних ліній санітарно-захисною зоною шириною 100 м від осі крайньої залізничної колії за умови забезпечення нормативних рівнів шуму в прилеглих об'єктах та на території забудови.

При розташуванні залізниці у виїмці та при здійсненні спеціальних шумозахисних заходів розміри санітарно-захисної зони встановлюються з урахуванням забезпечення на території житлової забудови нормативних рівнів шуму, але не менше 50 м. При цьому не менше 50% площі санітарно-захисної зони повинно бути озеленено.

Відстань від меж садових ділянок до осі крайньої залізничної колії слід приймати не менше 50 м при обов'язковому використанні шумозахисного озеленення шириною 25-30 м або інших шумозахисних заходів.

5.21. Розташування аеродромів (вертодромів), що будуються, слід перебачати за межами міських та сільських поселень відповідно до вимог ДБН 360-92* "Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень" (п.7.18) з дотриманням умов Повітряного кодексу України (ст.41, 54) (3167-12). Траси польотів повітряних суден не повинні перетинати сельбищної території міських і сільських поселень. Відстань від межі льотного поля аеродрому (вертодрому), радіо- та метеолокаційних станцій, станцій випробовування двигунів літаків та інших об'єктів аеродрому, трас польоту літаків (вертольотів) до межі існуючої або перспективної забудови та зон масового відпочинку повинна забезпечувати на цих територіях гігієнічні нормативи шуму відповідно до ГОСТ 222 83-88 "Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения", "Санитарных норм допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки" № 3077-84, а також гранично допустимі рівні електромагнітних випромінювань.

5.22. Морські та річкові порти слід розміщувати за межами сельбищних територій на відстані не менше 100 м від житлової забудови при відсутності негативного впливу на умови проживання. При цьому пасажирські причали можуть розміщуватись в межах населеного пункту, а перевалочні райони водно-транспортного вузла - поза населеним пунктом або на його околиці. Відстань від меж спеціалізованих районів нових морських і річкових портів до житлової забудови слід приймати не менше 300 м від меж районів перевантаження і зберігання курних матеріалів, не менше 200 м від резервуарів і зливно-наливних пристроїв легкозаймистих і горючих рідин на складах I категорії і не менше 100 м - II і III категорій.

5.23. Річкові порти і судноремонтні заводи не повинні розташовуватись в зонах санітарної охорони водозабірних споруд і вище житлової забудови по течії річки.

5.24. Берегові бази і місця стоянки маломірних суден, громадських і тих, що належать громадянам, слід розміщувати, як правило, в приміських зонах, поза сельбищною територією міст і за межами зон масового відпочинку населення.

5.25. Автомобільні дороги загальної мережі I, II і III категорій слід проектувати в обхід населених пунктів згідно з вимогами СНиП 2.05.02-85 "Автомобильные дороги".

Відстань від бровки земляного полотна зазначених доріг необхідно приймати не менше 100 м до житлової забудови і садівницьких товариств, для доріг IV категорії - 50 м, при забезпеченні на відповідній території гігієнічних нормативів якості атмосферного повітря та рівнів шуму. Для захисту від шуму і загазованості вздовж доріг слід передбачати смуги зелених насаджень шириною не менше 10 м.

5.26. Планувальні рішення вулично-дорожньої мережі населених пунктів повинні виключати перевезення промислових і будівельних вантажів, транзитні транспортні потоки на вулицях загальноміських центрів, площах, сельбищних територіях, набережних великих водойм.

З цією метою повинні улаштовуватись автомобільні дороги вантажного призначення і об'їзні дороги на межі міста, в промислових і комунально-складських зонах, в смугах відводу залізниць, санітарно-захисних зонах і т.ін. Відстань від краю проїзної частини магістральних доріг до червоної лінії житлової забудови слід встановлювати з урахуванням забезпечення в житловій забудові нормативних рівнів шуму і забруднення атмосферного повітря, але не менше 50 м.

5.27. При будівництві і реконструкції доріг в межах населеного пункту недопустиме використання для влаштування покриття в'язких матеріалів із відходів і побічних продуктів коксохімічного виробництва. Застосування таких матеріалів у верхніх шарах покриття допускається тільки на відстані 1,5 км від житлових і громадських будівель. Зазначені матеріали забороняється застосовувати для дорожньо-будівельних і ремонтних робіт в курортно-рекреаційних районах і зонах відпочинку.

5.28. Індивідуальні гаражі та відкриті майданчики для постійного зберігання особистих автомобілів місткістю до 300 легкових автомобілів слід розміщувати на периферії мікрорайонів або спеціально виділених ділянках житлових районів з віддаленням від дитячих ігрових майданчиків, місць відпочинку населення, шкіл, дошкільних закладів.

Такі ж гаражі та стоянки місткістю понад 300 машиномісць необхідно розташовувати за межами житлових районів (в комунально-складській зоні, смугах відведення залізниць і автомобільних доріг, санітарно-захисних зонах і т.ін.), а понад 800 місць - на виробничій території.

Станції технічного обслуговування і ремонту автомобілів, автозаправочні станції (АЗС) слід розміщувати в промислових і комунально-складських зонах, на магістральних вулицях і дорогах за межами житлового району.

Відстані від наземних і наземно-підземних гаражів, відкритих стоянок, призначених для постійного і тимчасового зберігання легкових автомобілів, і станцій технічного обслуговування з урахуванням проїздів до них, до житлових і громадських будівель, а також до ділянок шкіл, дитячих ясел-садків, лікувальних закладів стаціонарного типу і закладів відпочинку слід приймати не менше наведених у додатку № 10.

5.29. У великих і найбільших містах рекомендується будівництво багатоповерхових, як правило п'ятиповерхових, наземних та підземних гаражів для легкових автомашин комунального та індивідуального користування.

В житлових районах треба передбачати гаражі без технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Допускається будівництво підземних і напівпідземних стоянок автотранспорту в цокольніх і підвальній частинах адміністративних, громадських та житлових (для легкових автомобілів, які належать населенню, що проживає в цих будинках) будівель з забезпеченням шумозахисту і захисту від викидів автотранспорту відповідно до гігієнічних нормативів.

Не допускається будівництво стоянок автотранспорту в цокольніх і підземній частинах дитячих закладів, установ охорони здоров'я, фізичної культури, соціального забезпечення, культури, громадського харчування.

В'їзди і виїзди із підземних гаражів і проїзди до них повинні бути розташовані не ближче 15 м від вікон робочих та житлових приміщень, ділянок загальноосвітніх шкіл, дитячих дошкільних і лікувальних закладів, майданчиків відпочинку.

5.30. Гаражі вантажних автомобілів, відомчих і легкових автомобілів спеціального призначення, таксі та прокату автомобілів, автобусні і тролейбусні парки, трамвайні депо, бази централізованого технічного обслуговування слід розміщувати у виробничій зоні.

5.31. Забороняється влаштування вбудованих і прибудованих гаражів до будівель шкіл, дитячих дошкільних закладів і лікувальних закладів із стаціонаром.

5.32. Відстань від автозаправочних станцій з підземними резервуарами для зберігання рідкого палива до меж ділянок дитячих дошкільних закладів, загальноосвітніх шкіл, шкіл-інтернатів, лікувально-профілактичних закладів, до стін житлових та інших громадських будівель і споруд, дитячих ігрових майданчиків і місць відпочинку населення слід приймати за розрахунком забруднення атмосферного повітря шкідливими викидами АЗС, але не менше 50 м.

5.33. Автомобільні газозаправні станції зріджених газів (АГЗС) слід розміщувати у виробничій зоні з підвітряного боку для вітрів переважного відносно до житлової забудови напрямку, на відстані від житлових, громадських, виробничих та інших будинків відповідно до вимог.

6. Вимоги до організації ландшафтно-рекреаційних територій

6.1. При проектуванні нових і розширенні існуючих населених пунктів необхідно передбачати рівномірне і безперервне озеленення території з максимальним збереженням і використанням існуючих зелених насаджень. Забороняється будівництво, реконструкція і розширення об'єктів за рахунок території парків, водних акваторій і т.ін.

6.2. Внутрішньоміські зелені насадження поділяються за функціональною ознакою на насадження загального користування (парки, сади, сквери, набережні), обмеженого користування (на житлових територіях, ділянках шкіл, дитячих закладів, громадських будівель, спортивних споруд, закладів охорони здоров'я, промислових підприємств), спеціального призначення (на вулицях, у санітарно-захисних та охоронних зонах, кладовищах і крематоріях, розсадниках, квіткових господарствах). Площа озелених територій загального користування для міст - 7-10 м²/люд, в сільських поселеннях - 12 м²/люд.

Рівень озеленення території житлової забудови повинен бути не менше 40%, промислових підприємств - 30%, ділянок шкіл і дитячих дошкільних закладів - 80%, лікарень - не менше 60%.

6.3. Підбір асортименту рослин і розміщення їх на території населених пунктів слід проводити в залежності від природно-кліматичних умов, розмірів і народногосподарського профілю міста. При цьому слід враховувати як пилогазостійкість рослин, так і їх захисні і оздоровчі властивості.

Забороняється застосовувати для озеленення вулиць фруктові дерева і чагарники, що потребують обробки отрутохімікатами.

6.4. Пішохідна і транспортна доступність озелених територій загального користування для повсякденного і щотижневого відпочинку не повинна перебільшувати:

- для скверів при пішохідному переміщенні - 10 хв;
- для районних парків при пішохідному переміщенні - 15 хв;
- для міських парків при переміщенні на громадському транспорті - 20 хв;
- для лісопарків і лісів рекреаційної зони при переміщенні на громадському транспорті: в малих містах - 30 хв, в середніх - 60 хв, великих - 90 хв.

6.5. Дерева, що висаджуються біля будинків, не повинні перешкоджати інсоляції і освітленості житлових і громадських будівель відповідно до гігієнічних норм.

6.6. Бульвари і пішохідні алеї розташовують поза транспортними магістралями в напрямку масових потоків руху пішоходів, обладнують майданчиками для короткочасного відпочинку. Парки, сади, бульвари і сквери повинні мати водопровід, каналізацію, водостоки, освітлення, а також господарські приміщення.

6.7. Приміська зона населеного пункту повинна бути максимально озеленена з урахуванням її використання для відпочинку населення.

6.8. Вибір території для організації позаміського відпочинку населення потрібно проводити на основі оцінки природно-кліматичних умов, стану навколишнього середовища (забруднення атмосферного повітря, водоймищ, ґрунту, шум і т.ін.) та інженерно-геологічних показників (заболоченість, зсуви, яри і т.ін.). Організація позаміських рекреаційних зон повинна забезпечувати зонування території для розміщення закладів з урахуванням тривалості та виду відпочинку, а також віку відпочиваючих.

6.9. Розрахунок рекреаційної потреби слід проводити окремо для короткочасного і тривалого відпочинку відповідно до діючих містобудівних і гігієнічних норм з

урахуванням охоплення короткочасним відпочинком не менше 60% населення міста, включаючи зайнятих в колективному садівництві.

Зони позаміського короткочасного відпочинку повинні розміщуватися від центра міста на відстані, що забезпечує транспортну доступність не більше 1,5 години.

6.10. У зоні короткочасного відпочинку розмір території на 1 відпочиваючого слід приймати 500-1000 м², для активного відпочинку не менше 100 м² на 1 відпочиваючого. Розрив між зоною активного і пасивного відпочинку має бути не менше 300 м.

6.11. Відстань від санаторіїв, піонерських таборів і дошкільних санаторно-оздоровчих закладів до місць масового відпочинку повинна бути не менше 500 м, а від будинків відпочинку - не менше 300 м. Відстань від меж земельних ділянок санаторно-курортних і оздоровчих закладів, що проектуються, до житлової забудови, установ комунального господарства і складів слід приймати 500 м (в умовах реконструкції не менше 100 м), до автомобільних шляхів I, II і III категорій - 500 м, IV - категорії - 200 м, до садівницьких товариств - 300 м.

6.12. Розміщення і організація місць відпочинку на воді здійснюється відповідно до гігієнічних вимог до зон рекреації водних об'єктів. Якість води водоймищ і рік, що використовуються в зонах рекреації, повинна відповідати вимогам "Санитарных правил и норм охраны поверхностных вод от загрязнения", "Санитарных правил и норм охраны прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения" (додаток № 11).

Відкриті водоймища повинні мати радіаційно-гігієнічний паспорт, котрий оформляється санепідслужбою району, на території якого знаходиться водоймище.

6.13. Зона рекреації повинна бути розміщена за межами санітарно-захисних зон промислових підприємств, з навітряного боку відносно джерел забруднення навколишнього середовища, джерел шуму та електромагнітного випромінювання. Зону рекреації слід віддаляти на максимально можливу відстань від портів і портових споруд, шлюзів, гідроелектростанцій, місць скидання стічних вод, стійбищ, водопою худоби та інших джерел забруднення.

6.14. При розміщенні і організації рекреаційних територій необхідно враховувати наявність і потужність джерел водопостачання, можливість будівництва систем каналізації і умови випускання стічних вод.

6.15. У населених пунктах, розташованих в прибережній зоні басейнів Чорного і Азовського морів, берегова смуга шириною 100 м повинна використовуватись як зона відпочинку населення, всі види будівництва, які не мають безпосереднього відношення до рекреаційної діяльності, забороняються. Спеціальні види будівництва повинні бути погоджені з Міністерством охорони здоров'я і Мінекобезпеки України.

Навчальне електронне видання

ШАНІНА ТЕТЯНА ПЕТРІВНА,
ПРИХОДЬКО ВЕРОНІКА ЮРІЇВНА,
КУЗЬМИНА ВІКТОРІЯ АНАТОЛІЇВНА

УРБОЕКОЛОГІЯ

Конспект лекцій

Видавець і виготовлювач

Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016
тел./факс: (0482) 32-67-35
E-mail: info@odeku.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 5242 від 08.11.2016