

ЛЕКЦІЯ 4.

ВОДНІ ОБ'ЄКТИ МІСТ, ЇХНЄ ЗНАЧЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

1. Водні об'єкти міста
2. Головні водокористувачі в місті
3. Якість води, показники її якості
4. Чинники якості та екологічного стану водних об'єктів
5. Підземні води на урбанізованих територіях
6. Системи водопостачання
7. Системи водовідведення

1. Водні об'єкти міста. До водних об'єктів, що розташовані у межах урбанізованої території, належать водотоки, водойми і підземні води. Водотоки підрозділяють на річки, струмки, канали.

Річки – це водні потоки, що течуть постійно або більшу частину року по поверхні суші в розроблених ними долинах, які живляться стоком атмосферних опадів зі свого водозбору. Залежно від площі водозбірного басейну річки поділяють на малі (до 2 тис. км²), середні (2-50 тис. км²) і великі (понад 50 тис. км²).

Стрімкий розвиток інфраструктури міст призводить до того, що русла багатьох малих річок, що протікають по території міста, спрямляють і переводять у підземні, де вони течуть по колекторах. Наприклад, р. Либідь, одна з річок м. Києва, загальна протяжність якої становить 16 км, має єдину ділянку з природним руслом – всього у 350 м.

Струмки – невеликі постійні або тимчасові водотоки, утворені стіканням снігових і дощових вод, або виходами на поверхню підземних вод.

Міські канали – штучні водотоки, що прокладають для судноплавства, перекидання стоку річок або для запобігання повеней при згіннонагінних явищах. Русло каналу влаштовують із залізобетону, рідше з кам'яної кладки, в окремих місцях канал забирають в трубу.

Водойми (озера, водосховища, ставки) за розміром (площею водної поверхні), поділяють на чотири категорії: малі (до 10 км²), середні (10-100 км²), великі (100-1000 км²) і дуже великі (понад 1000 км²).

Моря поділяють на відкриті і внутрішні. Моря України класифікують таким чином: Чорне море належить до відкритого типу, Азовське – до внутрішнього. Гирлова ділянка річки, що впадає в море безрукавним руслом, називається естуарієм, або лиманом.

Естуарії класифікують по переважаючому гідрологічному режиму: стічні, приливно-відпливні, згінно-нагінні; і по коливаннях рівня: до 0,5 м – малі, від 0,5 до 1,0 м – середні, понад 1,0 м – великі. Підземні води підрозділяють на водоносні горизонти і комплекси, що утворюють в просторі басейни і родовища, які за площею басейну поділяють на такі категорії: мале (до 100 м²), середнє (100-1000 м²) і велике (понад 1000 м²).

Родовища підземних вод, розташовані як в приміській зоні, так і в межах міської території, що придатні за якістю і захищеністю для питної мети, використовують для централізованого водопостачання міста. За функціональним призначенням міські водні об'єкти поділяють на:

- природні;
- природно-рекреаційні;
- рекреаційні для купання;
- декоративні;
- технічні (ставки-регулятори, відстійники).

Приналежність до того або ін. виду використання водоймивизначається її місцеположенням у місті (природні комплекси, селітебна територія), походженням (природні, штучні), ступенем проточності, водообміном, якісним складом. При багатофункціональному використанні визначається головний вид водокористування, відповідно до якого до водойми пред'являються вимоги щодо якісного складу води.

Вода надзвичайно широко використовується людиною. Вона є продуктом

безпосереднього споживання й у великій кількості витрачається на господарсько-побутові і санітарно-гігієнічні потреби. Як носій тепла вода використовується для обігрівання житлових приміщень, виробничих, навчальних, адміністративних та інших будівель. У промисловому і сільськогосподарському виробництвах вода використовується для різних потреб. Вона є складовою частиною продукції, що виробляється, розчинником, засобом обробки та транспортування сировини і готової продукції, охолоджувачем нагрітих агрегатів і механізмів.

Важливе значення має вода в технології виробництва електроенергії і у функціонуванні водного транспорту. Не менш важливе її значення для відпочинку, туризму, спорту і лікування населення. Розташовані в міській межі водотоки і водойми використовують головним чином для рекреації – купання, відпочинку на березі, катання на човнах, рибальства. Місця рекреації, а також правила поведінки на воді встановлюються місцевою адміністрацією. Якість води в районі пляжів повинна відповідати нормам і вимогам комунально-побутового водокористування. Контроль якості води водних об'єктів, що використовуються для рекреації, здійснює місцева санепідемслужба.

Судноплавні водні об'єкти призначені для проходження і стоянки в портах суден й ін. плавучих засобів. Спеціальні правила для користування маломірним моторним флотом встановлюються місцевою адміністрацією. Вони направлені на захист здоров'я відпочиваючих і охорону вод від забруднення. На судноплавних річках, озерах і водосховищах умови проходження і стоянки суден, а також ін. плавзасобів, включаючи заходи по охороні вод від забруднення і засмічення, визначаються законодавством.

Скид стічних вод у водні об'єкти в межах міської межі, згідно законодавству, заборонений. Стічні води відводять на загальноміські очисні споруди, скид з яких в річку розташований за межами міста. У разі скиду стічних вод в міські річки склад скидних вод в місці випуску повинен відповідати якості води водних об'єктів комунально-побутового водокористування.

Джерела у міській межі В природних умовах виходи підземних вод на денну поверхню проявляються у вигляді низхідних джерел, приурочених зазвичай до схилів гірських височин і долин ярів, балок, річок, що живляться за рахунок безнапірних вод, і висхідних джерел, що утворюються за рахунок напірних вод, прийом яких здійснюється відповідно до їх руху від низу до верху, через дно каптажного пристрою.

Каптаж джерел є спорудою для захоплення підземних вод висхідних і низхідних джерел та для зручності водокористування. Конструкція каптажних споруд вибирається залежно від гідрогеологічних умов виходу підземних вод на поверхню землі, морфології місця виходу джерела, потужності відкладень, що покривають водоносний пласт, і дебіту джерела. Приклад конструкторської залізобетонної камери для каптажів джерел наведений на рис. 5.2. Переважне число джерел міст належить до низхідних.

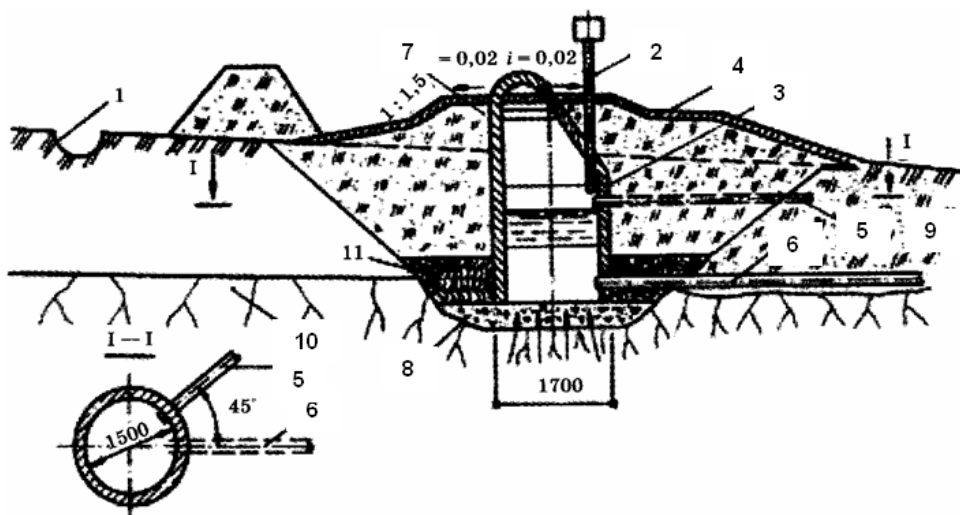


Рис. 5.2. Залізобетонна каптажна камера (висхідне джерело) 1 – водовідвідна канава; 2 –

вентиляційна труба; 3 – залізобетонні кільця каптажної камери; 4 – обсіпка; 5 – переливна труба; 6 – трубопровід до споживача; 7 – глиняний замок; 8 – гравійний зворотний фільтр; 9 – водоносний пласт; 10 – скельна тріщинувата порода; 11 – вимощення

Джерельні води за своєю якістю відповідають воді того пласта, з якого вони виливаються. Поверхня і освоєний підземний простір міст чинять надто несприятливу дію на якість ґрунтових вод. Висхідні напірні джерела є більш захищеними від забруднення і їм слід віддавати перевагу при користуванні населенням. За витратою води джерела бувають: малі – з витратою менше 1 л/с, середні – 1-10 л/с, крупні – більше 10 л/с. Найбільший інтерес представляють джерела із значною витратою. Середні і крупні джерела, вода яких відповідає питній якості, можуть бути використані як джерела водопостачання. Проте, використовуючи джерело для постійного водопостачання якого-небудь об'єкта, необхідно мати гарантію тривалості функціонування і достатності витрати для покриття всіх потреб об'єкта у воді.

Місцеві жителі широко використовують джерельну воду як питну. Такі води можуть бути також альтернативним джерелом питного водопостачання в період надзвичайних ситуацій. Проте, через прогресуючу негативну дію міського середовища на якість підземних вод, лише окремі джерела після ретельних гідрогео-хімічних, мікробіологічних і радіологічних досліджень можуть бути рекомендовані для використання населенням. Територія в районі джерела і підходи до нього упорядковуються. Забір води з поверхневих водних об'єктів в межах міської межі здійснюється, як правило, тільки для технічного водопостачання, поливання міських територій і пожежегасіння.

2. Головні водокористувачі в місті

Основними споживачами води є промисловість і комунальне господарство. Водні об'єкти також використовують для риборозведення, відпочинку і оздоровлення населення. Вибір джерела водопостачання здійснюється з урахуванням вимог споживача до якості води, а також придатності її для певних видів користування, які наведені у відповідних нормативних документах і регламентуються галузевими стандартами.

Промисловість Серед водокористувачів перше місце за кількістю води, забраної із водних об'єктів, займає промисловість. Вода в промисловості використовується для випуску продукції, як теплоносії (охолодження нагрітих у процесі виробничих операцій агрегатів, механізмів, інструменту), як поглинач і засіб транспортування, як розчинник, та для змішаного використання. Значна кількість води використовується, як складова частина промислової продукції, для підтримання необхідних санітарно-гігієнічних умов у виробничих приміщеннях і на території підприємств, для задоволення потреб працюючого персоналу, створення резервів при гасінні пожеж тощо. Витрачання води промисловими підприємствами залежить від виду виробництва і системи їх водопостачання. Останні бувають прямотечійними, послідовними і оборотними.

У промисловості найбільшими водокористувачами є енергетика, на частку якої припадає 60 % всієї забраної води, чорна металургія – 17, хімічна та нафтохімічна промисловість – 6, харчова промисловість – 5 %. Це – найбільш водоємні галузі, оскільки вони використовують близько 90 % всієї забраної води для потреб промисловості.

За об'ємом водокористування галузі промисловості поділяють на *водоємні* і *неводоємні*. При цьому розрізняють питому водоємність виробництва або питоме водокористування і загальну водоємність підприємства чи галузі. Так, на деяких підприємствах при порівняно невеликому питомому водокористуванні загальний об'єм водокористування у зв'язку з їх великою потужністю може бути дуже значним. До найбільш водоємних галузей промисловості належать хімічна, целюлозно-паперова, чорна і кольорова металургія.

Обсяг споживання води в промисловості оцінюють *водоємністю виробництва (питомим водокористуванням)* – кількістю води, потрібної для виробництва однієї тони готової продукції ($\text{м}^3/\text{т}$). Водоємність виробництва різних видів продукції коливається в дуже широких межах: сталі, чавуну – 50-200 $\text{м}^3/\text{т}$; сульфатної кислоти – 25-80; міді – 500; пластмас – 500-1000; синтетичного каучуку – 200-3000 $\text{м}^3/\text{т}$. Для роботи ТЕС потужністю 3,0 МВт потрібно близько 300 км^3 води на рік. Середній хімічний комбінат щодоби витрачає 1-2 млн. м^3 води.

Рибне господарство

Неодмінна умова існування рибного господарства – чиста вода. Для нормального росту і розмноження риби необхідно, щоб вода у водоймах і водотоках мала достатню кількість кисню (не менше 3 см³/дм³), була проточною, прозорою і безколірною. Температура води для нормального розвитку риби влітку має бути 13-27 °С. Неприпустимою є наявність у воді ароматичних і важких вуглеводнів, вільного Хлору, сполук Плюмбуму, Куп-руму, поліхлорпінелу, Флуору, гексахлорану, жирів, мила, смоли, воску, Цинку, ціанідів, Барію тощо.

Водний транспорт

Внутрішній водний транспорт має важливе значення в економіці держави, він здійснює перевезення вантажів і пасажирів, забезпечує зв'язок між прилягаючими до річкових систем промисловими і сільськогосподарськими районами. Цим транспортом в основному перевозять масові вантажі, які не потребують великої швидкості доставки і рівномірної подачі протягом року (будівельні матеріали, руди, вугілля, нафта і нафтопродукти тощо). Вартість перевезень водним транспортом у 2,5-3,0 рази дешевша за залізничний, і у 10-15 разів – за автомобільний.

Водний транспорт висуває значні вимоги до режиму річкового стоку. Головна умова його роботи – необхідність підтримання на водних шляхах у навігаційний період певної мінімальної (гарантованої) глибини, ширини і радіуси заокруглень. Останні встановлюються залежно від типів і розмірів суден.

Комунальне господарство

Вода в комунальному господарстві використовується для задоволення питних і побутових потреб населення, для роботи підприємств побутового обслуговування, міського транспорту, будівельних організацій, в протипожежних цілях, для обігріву (опалення) житлових та ін. будинків, поливу зелених насаджень, вулиць, присадибних ділянок тощо.

Водозабезпечення населення має ряд особливостей, які відрізняють цього водокористувача від інших. Одна з них – високі вимоги до якості води, оскільки стан джерел водопостачання і якість питної води безпосередньо впливають на здоров'я населення. Інша особливість полягає в тому, що потреби населення у воді мають задовольнятися із високим ступенем надійності – обмеження, і перебої в подачі води, як правило, неприпустимі.

Одним із основних показників використання води комунальним господарством є *питоме водокористування* – добовий об'єм води у літрах, який припадає на одного жителя. Цей показник з початку ХХ ст. увесь час збільшувався. Якщо на початку століття в населених пунктах із водопроводом використовувалось 40-60 л води одним жителем за добу, то у 60-ті роки – 155, у 70-ті – понад 220, а у 80-ті – більше 300 л/добу. У містах – столицях зарубіжних країн питоме водокористування характеризується такими показниками: Тбілісі – 1170 л/добу (у т. ч. 700 л на господарсько-питні потреби і 470 л – на потреби промисловості), Санкт-Петербург – 824 (з них відповідно 492 і 332 л), Москва – близько 700 л (відповідно 410 і 290 л), Париж – 450, Гельсінкі – 446, Лондон і Копенгаген – 250 л. На жителя Києва щодоби витрачається близько 400 л води.

Величина питомого водокористування в різних районах країни неоднакова і залежить від кліматичних умов, чисельності населення та ступеня благоустрою будинків. У південних районах питоме водокористування більше, ніж у північних. З урахуванням згаданих факторів розроблено нормативи господарсько-питного водокористування (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Норми господарсько-питного водокористування в населених пунктах України

Ступінь благоустрою будівель	Норма використання води на одного жителя, л*		Коефіцієнт нерівномірності	
	середньодобова (за рік)	максимальна добова	добовий	погодинний
Водопровід, каналізація і центральне гаряче водопостачання	275-400	300-420	1,09-1,05	1,26-1,20
Водопровід, каналізація і ванни з газовими колонками	180-230	200-250	1,11-1,09	1,30-1,25
Водопровід, каналізація	125-150	140-170	1,12-1,13	1,50-1,40

без ванн				
Без водопроводу і каналізації	30-50	40-60	1,33-1,20	2,00-1,80

*Більші значення норми водокористування застосовуються в південних районах, менші – в північних.

У середньому один житель України споживає 326 л води на добу. Для порівняння: відповідно до національних нормативів у Болгарії споживається 200 л/добу на одного жителя, в Румунії – 230, Польщі – 240, Угорщині – 250-350, США – 455, а в країнах, що розвиваються (Центральна Африка, Близький Схід), цей показник становить лише 10-15 л/добу. За даними ООН, нормою споживання є 200 л/добу на одного мешканця.

Комунальне господарство нерівномірно використовує воду впродовж року. Значно збільшується кількість використання води влітку на побутові потреби населення, на поливання тротуарів, вулиць і зелених насаджень. В інші сезони року водокористування зменшується, і відхилення у використанні води від середньої величини становлять 15-20 %. Використання води протягом доби також нерівномірне. Більша частина (понад 70 % добового об'єму) використовується вдень. Нерівномірність добового і погодинного водокористування характеризується відповідними коефіцієнтами, які визначаються, як відношення максимального добового чи погодинного використання до середнього.

Вода, що подається комунальними водопроводами, має бути високої якості та відповідати державному стандарту, яким визначені основні її властивості (фізичні, хімічний та бактеріальний склад).

Для комунально-питного водопостачання широко застосовують підземні води. Як джерело водопостачання вони мають низку переваг перед поверхневими: краще захищені від забруднення і випаровування, їх ресурси не мають істотних сезонних і багаторічних коливань. У багатьох випадках підземні води можуть добуватися поблизу користувача. Ці переваги зумовили значне збільшення використання підземних вод для господарсько-питного водопостачання.

У даний час багато міст України задовольняють свої потреби у воді за рахунок підземних вод. Зокрема в Луганській, Волинській, Закарпатській, Житомирській, Кіровоградській, Рівненській, Полтавській, Сумській, Тернопільській, Хмельницькій, Херсонській, Чернівецькій областях використання підземних вод для цієї мети досягає 50-80 %. Водопостачання Львова, Полтави, Хмельницького і 27 міст обласного підпорядкування, а також значної кількості селищ міського типу північних та західних областей (Глухів, Ковель, Миргород, Ніжин, Нововолинськ, Сарни та ін.) базується виключно на підземних водах.

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

Оздоровлення, відпочинок і спорт

Водні об'єкти широко використовують в рекреаційних, спортивних і оздоровчих цілях. Зокрема, важливими для відпочинку є водойми в міських парках та скверах.

До водотоків і водойм, що використовують в оздоровчих цілях, ставлять певні вимоги щодо кількості й якості води. Основною умовою функціонування таких об'єктів є необхідність постійної подачі в них свіжої води для створення проточності та забезпечення високого вмісту у воді кисню.

Водокористування для оздоровчих, рекреаційних і спортивних потреб може бути загальним і спеціальним. Норми водокористування в рекреаційних установах наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Норми водокористування в рекреаційних установах

Установа	Норма використання води на одну людину, л/добу
Санаторії	400-500
Лікувальні заклади з використанням грязей	700-800

Будинки відпочинку, пансіонати	100
Стадіони та спортивні зали:	50-60 3
• для спортсменів	
• для глядачів	

Спеціальні зони відпочинку з лісопарковою територією, пляжами та водними об'єктами постійно контролюються та охороняються. Відпочинок населення дозволений на усіх водних об'єктах, за винятком санітарних зон, які примикають до водозаборів. До закритих зон належать також частини водотоків і водойм, що використовуються для риборозведення, і деякі водні об'єкти у заповідниках.

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

3. Якість води

Можливість використання води залежить від її природної якості. *Якість води* – це показники її складу та властивостей, які визначають рівень придатності води для конкретних видів водокористування (питного, промислового, побутового тощо). Чиста вода прозора, не має кольору запаху і смаку.

У воді природних джерел завжди містяться домішки:

- розчинені хімічні речовини – солі, окисли, гази та ін.;
- нерозчинені завислі частинки мінерального та органічного походження;
- живі організми – мікроби, бактерії, водорості;
- синтетичні поверхнево-активні речовини.

Домішки надають природній воді властивостей, які змінюються, залежно від їх складу та кількості.

Природні води класифікують за різними ознаками, за якими визначають придатність вод для певного виду використання. За О. О. Альокіним, їх поділяють на окремі класи:

- за ступенем мінералізації (вмістом солей): прісні – до 1 г/дм³, солонуваті – 1-3, слабкосолоні – 3-10, солоні – 10-50 г/дм³;
- за величиною рН: лужні – 11-14, слабколужні – 8-10, нейтральні – 7, слабкокислі – 4-6, кислі – 1-3;
- за загальною твердістю: дуже м'які – до 1,5 ммоль/дм³, м'які – 1,5-3, 0, помірно тверді – 3-6, тверді – 6-9, дуже тверді – понад 9 ммоль/дм³;
- за ступенем бактеріальної забрудненості (колі-індексу): дуже забруднені – понад 10 000, забруднені – понад 1000, слабкозабруднені – понад 100, задовільні – понад 10, добрі – менше трьох.

Оскільки не існує єдиного показника, який характеризував би увесь комплекс характеристик води, оцінку якості води здійснюють на основі системи показників. Показники якості води поділяють на *фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні і хімічні*.

Іншою формою класифікації показників якості води є їх поділ на загальні і специфічні. До *загальних* відносять показники, характерні для будь-яких водних об'єктів. Присутність у воді *специфічних* показників обумовлена місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенної дії на водний об'єкт.

4. Чинники якості та екологічного стану водних об'єктів

На формування якості природних вод впливають як природні фактори, так і господарська діяльність людей. Остання зумовлює інколи значні якісні зміни поверхневих і підземних вод. У деяких випадках незадовільна якість води може бути рівнозначна її відсутності.

Вплив на водне середовище міста в результаті поступової, часто стихійної, міської забудови по берегах річок і на вододільних територіях позначився як на кількісному, так і якісному складі річкових вод. Природні процеси стокоутворення, самоочищення водних об'єктів міста зазнали значних перетворень під впливом зміни структури водозбірної площі, процесів регулювання стоку, водозабору і водовідведення.

Зміна структури водозбірної площі

Втручання людини у розвиток природних комплексів порушило рівновагу, що склалася за

багато років. Якщо у минулому населені пункти «притискалися» до річок, а вододільні простори залишалися незайманими, то в сучасному місті виникла протилежна ситуація. Місто майже повністю освоїло вододіли, перетворивши їх на житлову забудову і промислові зони.

В процесі освоєння територій під міську забудову корінним чином змінюється водозбірна площа – вирубуються ліси, засипаються малі струмки і річки, спрямляються русла середніх і великих річок, що відбивається на природних процесах формування режиму як поверхневого, так і підземного стоку.

Із збільшенням площі твердих покриттів (дороги, майдани, тротуари), штучно ущільнених ґрунтів на території міста відбувається перерозподіл поверхневого і підземного стоку, де частка поверхневого стоку з водонепроникних покриттів зростає, а підземного, відповідно, зменшується, що може бути причиною підтоплення міських територій. Інтенсивна забудова берегів і численні мости звужують заплаву річки, внаслідок чого висока вода виходить з берегів. Різниця між горизонтами води, що підіймається за межами міста, і в межі міста може досягати двох метрів. При цьому може збільшуватися і частота повторювання великих повеней (до одного разу на 10 років).

Непоодинокі випадки, коли русла річок, що попадали під забудову, повністю або частково забиралися в підземні колектори (наприклад, р. Либідь та її притоки в м. Києві), інші перегороджувалися дамбами і перетворювалися на ланцюжок ставків, які з часом заповнювалися наносами.

Зміна гідрологічного балансу в умовах міста

Зменшення мінімально допустимого стоку поверхневих вод або скорочення запасів підземних вод називають *виснаженням вод*. Мінімально допустимим стоком вважають стік, при якому забезпечується екологічно задовільний стан водного об'єкта і умови водокористування.

Розвиток міст чинить суттєвий вплив на гідрологічні процеси і пов'язані з ними процеси ерозії і змиву ґрунту. Інтенсивне міське будівництво і постійне збільшення площі населених пунктів (наприклад, міста площею 500-1000 км² зіставні з площею достатньо великих річкових басейнів) викликає докорінне перетворення поверхні, що за своїми масштабами не має природних аналогів і призводить до трансформації формування і перебігу гідрологічних процесів як в межах самих міст, так і в системі «місто – довколишній простір».

Перетворення ґрунтового покриву в місті призвело до зникнення його природної структури у верхній товщі потужністю у 1,0 м. Це виявляється у зміні величини швидкості поглинання вологи, яке в умовах міста коливається від 0,4 до 3,3 мм/хв. (при швидкості поглинання в лісових масивах 4,22 мм/хв.). Величина об'ємної ваги ґрунту змінюється від 1,1 до 1,6 г/см³. Ці зміни характеристик ґрунту багато в чому визначають особливості поверхневого стоку на території міст. Різниця зимово-весняного і літньо-осіннього періодів на різних ділянках для поверхневого стоку становить 1,5-3,0 рази в зоні забудови за наявності стоку навесні і відсутності його влітку в межах міських лісопаркових масивів.

Поверхневий стік із забудованих територій міста перевищує стік з сільськогосподарських і заповідних територій у 2-5 разів. Так, при майже незмінній кількості річних опадів середньорічний поверхневий стік на різних ділянках змінюється від 20 мм на незабудованих територіях до 80 мм на забудованих, кількість змитого ґрунту – від повної відсутності до 1,3 т з га, зволоження – від 544 до 625 мм. Особливості гідрологічних процесів міста, їх відмінність від гідрологічних процесів прилеглих до міста територій багато в чому визначаються наявністю цілорічного поверхневого стоку в умовах міста (витоки з водоінних мереж, талі і поливнийні води).

Зміна якості води у водних об'єктах

Якість поверхневих вод визначається двома групами чинників: зовнішніми впливами у вигляді *аллохтонних* (таких, що надходять ззовні водного об'єкта) джерел забруднення і процесами, що протікають усередині водного об'єкта, які включають процеси самоочищення і утворення *автохтонних* (породжених в самому водному об'єкті) джерел забруднення.

Забруднення природних вод – це процес зміни складу і властивостей води у водному об'єкті, внаслідок надходження до нього забруднюючих речовин, які зумовлюють порушення якості води.

Забруднювач (джерело забруднення) – це об’єкт, який вносить у поверхневі або підземні води забруднюючі речовини, мікроорганізми та тепло.

Зовнішні джерела забруднення класифікують за походженням, локалізацією, тривалістю дії, видом носія забруднюючих компонентів і видом забруднення.

За *походженням* джерела забруднення поділяють на природні і антропогенні. До *природних* джерел належать *атмосферні* (атмосферні опади), *гідросферні* (озера, притоки, ґрунтові і підземні води, що формують стік водного об’єкта), *літосферні* (схильні до ерозії і вилуговування русла і схили річкових долин).

Основними *антропогенними* джерелами забруднення є:

- промислові (випуски виробничих стічних вод, залпові та аварійні скиди, забруднені території підприємств, шахтні води, звалища промислових відходів);
- комунальні (випуски господарсько-побутових стічних вод, території населених пунктів, звалища побутових відходів);
- сільськогосподарські (орні поля, городи, тваринницькі підприємства тощо);
- транспортні (транспортні засоби, автошляхи, трубопроводи).

Вказані джерела, за винятком сільськогосподарських (які знаходяться у приміській зоні), є типовими для міст. Літосферні джерела в межах міст частково ізольовані облицьовуванням берегів. За *локалізацією* джерела впливу поділяють на:

- точкові, площа контакту яких з водним об’єктом істотно менша за площу забрудненої зони цього об’єкта;
- лінійні, площа контакту яких з водним об’єктом є лінією;
- площинні, вплив яких є розосередженим за площею водного об’єкта.

Прикладом *точкових* джерел забруднення можуть служити випуски стічних вод з систем водовідведення або невеликі притоки. Лінійні джерела впливу зустрічаються у вигляді стоку з поверхні водозбору, випусків стічних вод через спеціальний розсіюючий пристрій (розсіюючий випуск). *Площинні* джерела дії: акваторії портів, стоянки маломірних моторних суден, місця донного видобутку корисних копалин: піску, гравію, нафти, газу.

За тривалістю дії джерела забруднення бувають *постійними*, *періодичними* і *епізодичними*.

Носіями забруднюючих речовин є стічні, інфільтраційні і підземні води, скидні води (зрошувальні і дренажні), поверхневий стік із забрудненої території, атмосферні опади.

Джерела дії на водний об’єкт можуть призводити до його хімічного, фізичного і біологічного забруднення.

Хімічне забруднення являє собою зміну природних хімічних властивостей води за рахунок збільшення вмісту в ній шкідливих домішок як неорганічної (мінеральні солі, кислоти, луки, глинисті частинки), так і органічної природи (нафта й нафтопродукти, органічні залишки, ПАР, смоли, пестициди тощо). Серед забруднювачів води особливе місце посідають синтетичні мийні засоби – ці речовини надзвичайно стійкі, зберігаються у воді протягом багатьох років.

Використання такої води у господарсько-питних цілях призводить до загальної інтоксикації організму, ураження нервової системи, розвитку гіпертонії й інших небезпечних серцево-судинних хвороб, спричинює ракові захворювання та отруєння в цілому. Шкідлива дія токсичних речовин, що потрапляють до водних об’єктів, посилюється за рахунок так званого кумулятивного ефекту (прогресуюче збільшення вмісту шкідливих сполук у кожній наступній ланці трофічного ланцюга).

Для *фізичного* забруднення характерним є підвищення температури води за рахунок надходження у водний об’єкт підігрітих вод від ТЕС, АЕС та інших енергетичних об’єктів – теплове забруднення, яке змінює термічний та біологічний режим водойм і шкідливо впливає на їхніх мешканців, або наявність радіонуклідів (радіоактивне забруднення). Радіоактивні речовини, потрапляючи в воду, викликають її іонізацію, що несприятливо впливає на розвиток живих організмів. Більш того, фітопланктон та риби здатні засвоювати велику кількість радіоактивних речовин і накопичувати їх у своєму організмі. Споживання такої риби небезпечно для здоров’я людей.

Крім того, фізичне забруднення води відбувається внаслідок накопичення в ній нерозчинних домішок – піску, глини, намулу в результаті змивання дощовими водами з розораних ділянок

(полів); надходження суспензій з підприємств гірничорудної промисловості; потрапляння пилу, що переноситься вітром у суху погоду тощо. Тверді частинки знижують прозорість води та погіршують її смакові якості, а іноді взагалі роблять її непридатною для споживання.

Занесення у водне середовище і розмноження у ньому небажаних для людини організмів називають *біологічним забрудненням*. При забрудненні вод мікроорганізмами мають на увазі їх бактеріальне забруднення. Біологічна дія на водний об'єкт супроводжується надходженням до нього хвороботворних мікробів, яєць гельмінтів, дрібних водоростей, дріжджових і цвілевих грибів (мікробне, гельмінтологічне та гідрофлорне забруднення відповідно). Біологічні забруднювачі потрапляють у водойми із стічними водами комунального господарства і тваринницьких ферм. Ці води містять хвороботворні бактерії та віруси – збудники інфекцій. Використання забрудненої ними води для пиття і купання призводить до захворювання на холеру, дизентерію, черевний тиф та ін. інфекційні хвороби. Особливо небезпечне біологічне забруднення водойм у місцях масового відпочинку людей (курортні зони узбереж морів). При споживанні забрудненої води (пиття, приготування їжі) або використанні її для задоволення санітарно-гігієнічних потреб можуть виникнути різноманітні, небезпечні захворювання (табл. 5.5).

Забруднюють воду також *промислові викиди в атмосферу* у вигляді твердих частинок і газів, які випадають потім з атмосферними опадами або самостійно осідають на водну і земну поверхню; безпосереднє скидання сміття та різних відходів у водні об'єкти; транспорт; недостатня підготовка лож створюваних водосховищ і ставів; розмиви берегів тощо.

Найбільший внесок в забруднення водних об'єктів здійснюють джерела антропогенного походження: випуски стічних вод промислових підприємств, випуски міських стічних вод, транспортні джерела забруднення і поверхневий стік із забруднених територій міста.

Міські стічні води є сумішшю господарсько-побутових, виробничих стічних вод і атмосферних – дощових і снігових (талих) вод. Стічні води є складними багатокомпонентними утвореннями, що забруднені речовинами, які можуть знаходитися в розчиненому, колоїдному і дисперсному (нерозчиненому) стані.

Таблиця 5.5

Наслідки споживання людиною забрудненої води

Характер споживання води	Забруднювач	Захворювання
<i>Біологічний</i>		
Пиття та їжа	Патогенні бактерії	Холера, дизентерія, черевний тиф, гастроентерит, лептоспіроз
	Віруси	Інфекційний гепатит
	Паразити	Амебна дизентерія, дракунку-льоз, гельмінтоз, ехінококоз
Вмивання, прання у воді	Паразити	Шестосоміазис, дерматит, стронгілоїдоз
Проживання або знаходження біля води	Через комах-переносників	Малярія, жовта лихоманка, сонна хвороба, філярітоз
<i>Хімічний</i>		
Пиття та їжа	Нітрати	Метагемоглобінемія
	Сполуки флуору	Ендемічний флюороз
	Арсен	Інтоксикація
	Селен	Селеноз, інтоксикація
	Плюмбум	Інтоксикація
	Поліциклічні ароматичні вуглеводні	Рак
	Надто м'яка вода	Атеросклероз, гіпертонія
	Хром	Уровська хвороба

Нікол	Алергія шкіри, руйнування роговиці ока
Купрум	Ураження нервової системи
Фенол	Отруєння

Вплив *промислових стічних вод* на якість води водних об'єктів достатньо великий. Кількість, склад і вміст забруднюючих речовин у них надзвичайно різноманітні і визначаються характером технологічних процесів, складом очисних споруд і рядом інших чинників. Забруднюючі речовини у промислових стічних водах можуть міститися в грубодисперсному стані (розміри частинок більше 0,1 мм), у вигляді емульсії або суспензії (розміри частинок від 0,1 мкм до 0,1 мм), в колоїдному стані (частинки розміром від 0,001 до 0,1 мкм) або в розчиненому вигляді. У більшості випадків у стічних вод промислових підприємств відсутні фосфор і азот, вони не забруднені патогенною мікрофлорою.

Узагальнена характеристика промислових стічних вод основних галузей промисловості наведена в табл. 5.6.

Таблиця 5.6

Орієнтовний склад стічних вод основних галузей промисловості

Галузь	Показник	Концентрація, г/м ³
Чорна металургія	Завислі речовини	200-500
	Окалина	3000-20 000
	Ферум	300-500
	Феноли	700-1000
	Смоли і масла	700-1000
	Залізний купорос	до 700
	Сульфатна кислота	до 300
Кольорова металургія	Завислі речовини	100-8000
	Кольорові метали	1,5-170
Текстильне виробництво	Завислі речовини	250-40000
	БСК ₅	600-20 000
	ПАР	50-120
Коксохімічні заводи	Завислі речовини	300-500
	БСК ₅	800-3000
	Аміак	200-3000
	Феноли	400-1800
	Смоли і масла	300-500
	Ціаніди і роданід	100-400
Нафтопереробні заводи з нафтохімічними виробництвами	Завислі речовини	до 300
	Нафтопродукти	150-15 000
	БСК ₅	150-7000
Целюлозно-паперові заводи	Завислі речовини	400-2000
	БСК ₅	100-2000
Машино- і автомобілебудування	Завислі речовини	100-200
	Ціаніди	70-120
	Хром	40-60
	Кислоти	70-100
	Нафтопродукти і масла	25-40

Атмосферні стічні води характеризуються великою різноманітністю домішок. Ступінь їх забрудненості залежить від безлічі чинників, у т. ч. загальної санітарної обстановки території населених місць, видів і характеристики території промислових підприємств, режиму танення снігу тощо. Вони можуть містити значну кількість органіки, біогенів, нафтопродуктів солей важких металів.

На відміну від промислових, *господарсько-побутові стічні води* мають порівняно

стабільний склад. Для них характерні переважання органічних забруднюючих речовин над мінеральними (приблизне їх співвідношення в неочищених стічних водах становить 5:1) і стійкий температурний режим на рівні 15-20 °С протягом року. Органічні речовини в побутових стічних водах знаходяться у вигляді білків, вуглеводів, жирів, продуктів фізіологічної переробки (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Питомі норми вмісту речовин в неочищених господарсько-побутових водах (в розрахунку на одного жителя)

Показники	Кількість речовини, г/добу
Завислі речовини	65,0
БСК ₅	54,0
БСК ₂₀	75,0
СПАР	2,5
Азот амонійний	8,0
Фосфати (в перерахунку на P ₂ O ₅) у т.ч. від мийних засобів	3,3 1,6
Хлориди	9,0
Сульфати	4,4

Кількість міських стічних вод залежить від чисельності населення і може бути орієнтовно визначена по нормах водовідведення побутових стічних вод від житлових районів (табл. 5.8).

Норма водовідведення – встановлена середня добова кількість стічних вод на одного жителя, на промислових підприємствах – кількість стічних вод на одиницю готової продукції або використаної сировини. Норми водовідведення для населених пунктів прийнято вважати рівними нормам водоспоживання, оскільки побутові стічні води, що надходять в каналізацію, являють собою використану та забруднену водопровідну воду.

Таблиця 5.8

Норми водовідведення господарсько-побутових стічних вод для населених пунктів

Ступінь впорядкування районів житлової забудови	Норма водовідведення на одного жителя, л/добу
Будівлі, обладнані водопроводом, каналізацією, без ванн	125-160
Будівлі, обладнані водопроводом, каналізацією і ваннами з місцевими водонагрівачами	160-230
Будівлі, обладнані водопроводом, каналізацією і системою централізованого гарячого водопостачання	230-350
Неканалізовані житлові райони	25

За відсутності очисних споруд для господарсько-побутових стічних вод міста або населеного пункту кількість забруднюючих речовин в них визначають по питомих нормах на одного жителя.

Основними *транспортними джерелами* забруднення водних об'єктів є наземний і водний транспорт. Забруднюючі речовини від наземних видів транспорту надходять у водні об'єкти з поверхневим стоком з території міста, від водного транспорту безпосередньо у водний об'єкт. В процесі експлуатації суден у воду надходять феноли, сполуки свинцю, ароматичні вуглеводні і основна забруднююча речовина - нафтопродукти. Кількість нафтопродуктів, що надходять у воду за рік, розраховують за формулою:

$$G = G_{\text{нит}} \cdot T_{\text{нав}} \cdot N, \quad (5.1)$$

де: G - кількість нафтопродуктів, що надійшли до водного

об'єкта за рік, кг; $G_{\text{нит}}$ - надходження нафтопродуктів у воду від одного судна

за годину роботи двигуна, кг; $T_{\text{нав}}$ - середня норма роботи двигуна за навігацію, годин; N -

число одиниць флоту, включаючи маломірний.

Для маломірного флоту питома надходження нафтопродуктів у воду за годину роботи

двигуна і час роботи двигуна за навігаційний період може бути прийняте рівними 0,1 кг і 100 годин відповідно.

Ступінь антропогенного забруднення водних об'єктів визначається концентрацією у воді шкідливих домішок і в різних галузях оцінюється по-різному. Загалом ступінь екологічної безпеки водних об'єктів може бути оцінений, як:

$$P_{\text{еко}} = \sum_i^n P_{\text{ф}}(t) / \sum_i^n P_{\text{н}}(t) \leq 1, \quad (5.2)$$

де: $P_{\text{ф}}$ - фактичне значення показників якості води; $P_{\text{н}}$ - нормовані значення показників якості води.

Водні об'єкти з допустимим ступенем забруднення можуть використовуватися для усіх видів водокористування без обмежень; з помірним ступенем забруднення – лише для культурно-побутового водокористування; з високим ступенем забруднення небезпечні для будь-якого виду водокористування. Водні об'єкти з надзвичайно високим ступенем забруднення непридатні для будь-якого виду водокористування.

5. Підземні води на урбанізованих територіях

Запаси підземних вод – це загальний обсяг води, що міститься у даному водоносному горизонті. Однак, сучасний водозабір підземних вод не відповідає можливостям їх максимального використання. На значній частині території України, за винятком крайнього півдня, існують сприятливі гідрогеологічні умови для збільшення використання підземних вод. Використання захищених підземних вод для господарсько-питних потреб сприяє значному зниженню водно-екологічного ризику, зумовленого використанням забруднених поверхневих вод.

До *підземних вод* відносять усі види води, що знаходяться нижче за поверхню землі. За характером зв'язку з гірськими породами і ступенем рухливості підземні води поділяють на три групи: хімічно зв'язану, включаючи конституційну, кристалізаційну і цеолітну; фізично зв'язану, включаючи міцнозв'язану, нещільнозв'язану і капілярну; вільну (гравітаційну) воду. Основними стимулами до використання підземних вод в індустріальну епоху були потреба в більш якійсій, ніж поверхнева, воді і більша зручність їх використання, оскільки джерело підземних вод максимально наближене до об'єкта водопостачання. Протягом сторіч людина використовує природну систему очищення і доставки води до місця використання. Ця природна система, що включає водоносні горизонти і водотривкі шари, які їх розділяють та перекривають ненасичені ґрунти, через велику місткість і специфічні властивості в більшості випадків забезпечує більш стійке водопостачання, в порівнянні з поверхневими джерелами води. Однак в межах практично будь-якого регіону ресурси підземних вод за об'ємом завжди поступаються поверхневим. Так, ресурси поверхневих вод, що формуються на території України в маловодний рік, становлять 29 700 млн. м³, а прогнозні ресурси підземних вод не перевищують 7000 млн. м³. Крім того, у ряді випадків підземні води не задовольняють вимогам, що пред'являються до питної води (зокрема – значна мінералізація).

Наразі основний обсяг підземної води, що використовується людиною, – це прісні води, які циркулюють в зоні активного водообміну, що простягається від приповерхневих шарів землі до глибин у декілька сотень метрів. Живлення підземних вод здійснюється в основному за рахунок атмосферних опадів, які потрапляють в ґрунт шляхом інфільтрації; руслових вод річок і водойм, що проникають в береговий ґрунт в результаті їх фільтрації; підземних вод, які надходять до території міста по водоносних шарах. Ці води вимиваються з ґрунтів зони аерації і порід водоносиченої зони забруднюючі речовини, які накопичені там постійно поповнюються.

Перший від поверхні водоносний горизонт – *ґрунтові води*, через свою наближеність до джерел забруднення і відсутності ізолюючих шарів повсюдно забруднений. Причому, забруднення цих вод в містах настільки значне, що їх очищення для подальшого використання недоцільне.

Міжпластові (артезіанські) води залягають на глибинах до 100 м, мають значну захищеність від поверхневих забруднень. Ці води широко використовують для водопостачання населених пунктів. Найбільш захищені прісні підземні води в межах артезіанських басейнів, зона розвитку яких простягається до значних глибин (від декількох сотень метрів до одного

кілометра).

Погіршення якості підземних вод пов'язане з надходженням макро- і мікрокомпонентів з прилеглих товщ. На урбанізованих територіях під впливом інтенсивної господарської діяльності складається порушений (антропогенний) режим підземних вод. Зміна гідродинамічних характеристик цих вод (витрата, напір, швидкість), їх складу і температури відбувається не тільки під впливом природних чинників (атмосферних опадів, температури, режиму поверхневих вод тощо), але й техногенних, які часто відіграють провідну роль. Виснаження міжпластових вод відбувається при їх інтенсивній експлуатації для комунального і промислового водопостачання.

Якість та екологічний стан підземних вод

Масштаби і темпи змін екогеологічного стану підземних вод особливо відчутні в густонаселених районах з інтенсивною господарською діяльністю – значна густота населення, концентрація промислових виробництв, що потребують великої кількості води, з багатовідходним технологічним процесом обумовлюють техногенний вплив на підземні води. На значних площах функціонують великі групові водозабори, які працюють в умовах порушення природного режиму підземних вод, що зумовлено зміною співвідношення їх живлення та видобутку. Це призводить до таких негативних наслідків:

- вичерпання підземних вод з утворенням великих депресійних вирв внаслідок інтенсивного водозабору;
- підтягування і проникнення солоних вод з ін. горизонтів через інтенсивне відкачування підземних вод;
- підтоплення територій під впливом природно-техногенних чинників (підвищення РГВ на меліорованих землях);
- підпір ґрунтових вод, зумовлений гідротехнічним будівництвом (спорудження гребель, мостів тощо).

Внаслідок інтенсивної експлуатації підземних вод утворились депресійні вирви в долині Сіверського Донця та в містах: Києві, Мелітополі, Полтаві і Харкові (зниження рівня води у центрі депресії в Києві – 70 м, Полтаві – 80 м, Харкові – 100 м).

Шахтні води підвищеної мінералізації дренуються в нижчі водоносні горизонти і мігрують на великі відстані, засолюючи родючі ґрунти і поверхневі прісні води півдня України.

Якість підземних вод погіршується внаслідок локального забруднення, пов'язаного як з техногенним навантаженням безпосередньо на водоносні горизонти (формування депресій, інтрузії забруднених вод), так і з майже цілковитим забрудненням ландшафтів і поверхневих вод.

Основні джерела забруднення підземних вод в містах:

- очисні споруди;
- промислові майданчики;
- витоки з каналізаційних мереж;
- звалища побутових відходів;
- відстійники рідких відходів промислових підприємств;
- розсіяне забруднення нафтопродуктами, органічними речовинами і важкими металами на міській території.

Небезпечний ступінь забруднення підземних вод характеризується високим рівнем вмісту в них забруднюючих речовин і пов'язаний зі значним техногенним навантаженням на геологічне середовище, у тому числі – на підземні води. Великою загрозою у зв'язку з його високою токсичністю являє хімічне забруднення, пов'язане зі стічними водами промислових підприємств.

Причини погіршення якості підземних вод різні і можуть бути наслідком порушення природної гідрогеохімічної зональності і складної взаємодії природних процесів та різноманітного техногенного впливу на підземні води.

6. Системи водопостачання

Джерело водопостачання має задовольняти таким вимогам: • безперебійне постачання води споживачам;

- забезпечення відбору з нього потрібної кількості води з урахуванням росту водоспоживання на перспективу розвитку об'єкта водопостачання;
- забезпечення водою такої якості, яка вимагає мінімальних витрат на її очищення і подачу споживачам.

Потужність джерела має бути такою, за якої відбір води з нього на потреби споживача не порушував би екологічну систему водного об'єкта, що використовується.

Забір води з поверхневих водних об'єктів в межах міської території здійснюється для технічного водопостачання, поливання міських територій і пожежогасіння.

Водопостачання – це забезпечення водою різних водоспоживачів (населених пунктів, промислових підприємств та ін. об'єктів) для задоволення господарсько-побутових, технологічних і протипожежних потреб.

Системою водопостачання називають комплекс інженерних споруд, машин та апаратів, які призначені для забору води з природних джерел, поліпшення її якості, зберігання запасів, транспортування і подавання водоспоживачам.

Система водопостачання складається з таких елементів:

- *водоприймальні споруди* (водозабірні споруди), що призначені для прийому води з природних джерел;
- *насосні станції* (водопідіймальні споруди), що створюють тиск для передачі води на очисні споруди, до акумулюючих ємкостей або до споживачів – насосні станції (НС) першого підйому призначені для передачі води від водозабору (джерела) на очисні споруди, НС другого підйому – для передачі очищеної води з резервуару чистої води (РЧВ) у магістральні водоводи і далі в розподільну мережу, наступні НС влаштовують за необхідності для створення необхідного тиску в трубопроводах;
- *споруди для очищення води*, які призначені для поліпшення властивостей води і доведення її якісних показників до вимог споживачів;
- *водонапірні споруди* (резервуари і водонапірні башти), які є запасними і регулюючими ємкостями;
- *магістральні водоводи і водорозподільні мережі*, призначені для передачі води до місць її розподілу і споживання – магістральні водоводи транспортують основну кількість води від очисних споруд до об'єкта водопостачання, водорозподільні мережі подають воду безпосередньо споживачам, що обслуговуються;
- засоби автоматизації.

Залежно від місцевих умов деякі із споруд можуть не використовуватись чи бути об'єднаними одна з одною.

Системи водопостачання поділяють за такими ознаками:

- за *функціональним призначенням*: господарсько-питні (призначені для задоволення питних і господарсько-побутових потреб), виробничі (для постачання води промисловим підприємствам на технологічні цілі), протипожежні (подача води для гасіння пожеж), сільськогосподарські;
- за *сферою обслуговування*: об'єднані (призначені для одночасного задоволення різних потреб усіх споживачів), роздільні (окремо подають воду на різні потреби);
- за *видами об'єктів*: міські, промислові, селищні тощо;
- за територіальним охопленням споживачів: місцеві або локальні (забезпечують водою окремих споживачів, наприклад, – промислове підприємство), централізовані (забезпечують водою усіх споживачів населеного пункту), групові (обслуговують декілька населених пунктів або об'єктів);
- за *типом природного джерела*: з використанням поверхневих вод (річки, водосховища, озера), з використанням підземних вод, комбіновані;
- за *способом підйому води*: гравітаційні (самопливні), з механічним подаванням води (за допомогою насосів);
- за *характером використання води*: прямотечійні, оборотні, з повторним використанням води;
- залежно від *якості вихідної води і вимог водоспоживачів* – з влаштуванням споруд з поліпшення якості води і без них;

- за *тривалістю роботи*: постійні, тимчасові, сезонні;
- за *надійністю забезпечення подавання води*: першої, другої, третьої категорії.

Згідно СНіП 2.04.02-84, системи господарсько-питного водопроводу *1-ї категорії* будують у населених пунктах із кількістю жителів понад 50 тис. чол., для яких допускається зниження у подаванні води на 30 % не більше, як на три доби, а перерва у подаванні води на час ремонту – не більше 10 хв.; *2-ї категорії* – для населених пунктів із кількістю жителів від п'яти до 50 тис. чол., для яких допускається зниження у подаванні води не більше, як на 10 діб, перерва на час ремонту – до шести годин; *3-ї категорії* – для населених пунктів із кількістю жителів до п'яти тис. чол. – зниження подавання води допускається на 15 діб, перерва на час ремонту – не більше 24 годин.

Централізоване водопостачання

Джерелами водопостачання міст є поверхневі і підземні води. Для централізованого водопостачання міст використовують водні об'єкти, які відповідають нормам і вимогам до джерел господарсько-питного водопостачання і які знаходяться на екологічно благополучних територіях. Так, наприклад, водозабір Київського водопроводу знаходиться на р. Десні на відстані 12 км від Києва, Харків забирає питну воду з р. Сіверський Донець у с. Кочеток, віддаленого від міста на 24 км, питний водозабір Дніпра розташований в с. Аули за 8 км від міста.

Принципову схему водопостачання міста із поверхневих джерел зображено на рис. 5.6.

Вода із джерела забирається водоприймальною спорудою і самопливними водоводами надходить у береговий колодезь. Потім насосами першого підйому вона подається в споруди для очищення. Очищена вода надходить у РЧВ й насосами другого підйому подається з них в мережу трубопроводів, причому частина води акумулюється в ємності водонапірної башти.

Магістральними трубопроводами (водоводами) вода надходить у райони міста і розподільчою мережею – до споживачів.

Послідовність окремих споруд водопостачання і їх склад залежать від призначення, місцевих природних умов, вимог споживача та економічних міркувань. Так, якщо РЧВ розміщені на достатньо високих точках місцевості, то очищена вода може передаватися споживачу самопливними водогонами і відпадає потреба у НС II-го підйому. У разі використання підземних артезіанських вод, які не потребують кондиціонування, система водопостачання спрощується за рахунок виключення із її складу очисних споруд.

В межах міської території забір води для питної мети з поверхневих водних об'єктів проводять у виняткових випадках. Це можуть бути штучні водні об'єкти – канали або водосховища, спеціально призначені для питного водопостачання, в яких інші види водокористування заборонені. Довкола них влаштовують зону санітарної охорони (ЗСО).

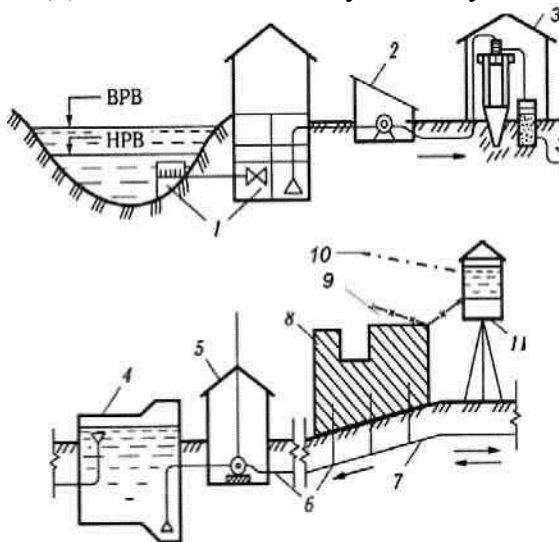


Рис. 5.6. Схема водопостачання з поверхневого джерела

1 – річковий водозабір; 2 – насосна станція першого підйому; 3 – водоочисна станція; 4 – резервуар чистої води (РЧВ); 5 – насосна станція другого підйому; 6 – водогінна мережа; 7 – водопровідна

мережа; 8 – об'єкт водопостачання; 9 – п'єзометрична лінія за максимального водоспоживання з мережі; 10 – п'єзометрична лінія водогону за максимального рівня води в баці башти; 11 – контррезервуар (водонапірна башта); ВРВ, НРВ – відповідно верхній і нижній рівні води

Питні водозабори з підземних водоносних горизонтів розташовують в межах міської території. Довкола них влаштовують ЗСО. Підземні води використовують для централізованого і нецентралізованого господарсько-питного водопостачання.

Контроль якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання здійснюється місцевою санепідем-службою і підприємством, що експлуатує водозабірні споруди.

Водопостачання міста має велике значення у зв'язку з тим, що водоспоживання на господарсько-питні, комунальні і виробничі потреби постійно зростає. В перспективі очікується, що водоспоживання на ці потреби досягне 400-500 л/добу і більше для однієї людини. Водоспоживання в містах різниться і залежить від категорії міста (чисельності населення), наявності і розвитку промисловості, ступеня благоустрою міста, кліматичних умов та низки інших факторів.

Нецентралізоване водопостачання

Потреба людини в питній воді не перевищує 10 л/добу, що складає менше 5 % від загального об'єму води, яке припадає на одного міського жителя при централізованому водопостачанні. Якісна питна вода в такій кількості може бути надана городянам з підземних джерел, в першу чергу кондиційних питних підземних вод з глибоких, надійно ізольованих горизонтів.

Існують такі варіанти нецентралізованого водопостачання:

- бутиливання і пакетування екологічно чистої води,
- розвезення спеціальними автомашинами і відпуск води у тару споживача,
- організація водорозбірних пунктів, колонок і бюветів у житлових кварталах.

Досвід використання підземних вод для нецентралізованого водопостачання накопичений в Бердянську, Києві, Харкові і деяких ін. містах України.

Для нецентралізованого водопостачання також можуть використовуватися поверхневі води, що пройшли очищення. Так, в Одесі й інших південних містах України через торгівельну мережу надходить очищена на фільтрах річкова вода, що забирається населенням у власну тару. У Києві після Чорнобильської катастрофи в терміновому порядку було організовано нецентралізоване питне водопостачання з мережі артезіанських свердловин з відбором води населенням через колонки. У Бердянську водорозбірні пункти обладнані на магістральному водоводі, що подає кондиційну питну воду до головних споруд централізованої системи водопостачання. Розбір води здійснюється безкоштовно (Бердянськ, Київ) або за порівняно невелику платню (Одеса, Харків). Вартість бутилированої і води, що пакетується, значно вище.

Особливий інтерес представляє спосіб нецентралізованого водопостачання з бюветів на базі спеціальних артезіанських свердловин, розміщених безпосередньо в житлових кварталах міст (рис. 5.7). Можливість такого способу питного водопостачання існує в містах, що тяжіють до Дніпровсько-Донецького, Волино-Подільського і частково Причорноморського артезіанських басейнів, де є великі запаси кондиційних питних вод, захищених від техногенної дії.



Рис. 5.7. Бювет у м. Києві

Водозабори свердловин улаштовують із використанням занурювальних насосів і накопичувальних резервуарів. Влаштовують ЗСО і зручні для населення підходи. Водорозбірні

пункти мають знаходитися за межами зони суворого режиму. З огляду на неминучі втрати води улаштовують системи водовідведення в зливову систему.

За наявності у підземних водах наднормативних концентрацій заліза або фтору свердловини обладнують знезалізнювальною або знефторювальною установкою.

В цілях підвищення надійності роботи локальних водозаборів передбачають запасні системи автономного енергозабезпечення – дизельні електростанції, а також запасні накопичувальні місткості.

Технологія нецентралізованого питного водопостачання має такі *переваги*:

- з'являється незалежна, надійно захищена система питного водопостачання на випадок аварій і ін. надзвичайних ситуацій;
- підвищується надійність системи питного забезпечення, оскільки при виході з ладу одного джерела населення може користуватися сусідніми;
- для питної мети використовується вода, що вимагає менших, у порівнянні з поверхневими водними джерелами, витрат на її підготовку;
- економно витрачається артезіанська вода високої питної якості, запаси якої обмежені.
- питна вода, що розбирається населенням в бюветах, на порядок дешевше бутильованої.

Розглянуті варіанти нецентралізованого водопостачання є доповненням до централізованого водопостачання міст і пропонують альтернативне джерело якісної питної води.

7. Системи водовідведення

Система заходів по видаленню та очищенню стічних вод називається каналізацією (водовідведенням).

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

Воду, яку використовують для побутових потреб і для здійснення виробничих процесів, а також дощові й талі води з міських територій видалають через систему водовідведення і подають на міські очисні споруди. У разі обмеження потужності міських очисних споруд атмосферні води частково або повністю скидаються у природні водойми без очищення.

Водовідвідні системи поділяють на загальносплавні, роздільні і комбіновані. В свою чергу, роздільні системи поділяють на повні роздільні, неповні роздільні, напівроздільні.

Загальносплавна система водовідведення (рис. 5.9) має одну водовідвідну мережу, яка призначена для відведення усіх стічних вод – виробничих, побутових, атмосферних. Уздовж головного колектора загальносплавної системи можуть бути влаштовані зливовідводи для безпосереднього скидання у річку частини стоку. Це здійснюють з метою зменшення розмірів і кількості колекторів, що здешевлює водовідвідну систему. Зливовідводи виключають можливість переповнення головного колектора під час сильної зливи. Конструкція і розміщення зливовідводів дає змогу здійснити скидання стічних вод у річку не раніше, ніж через 30 хв. після початку зливи. За цей час забруднений поверхневий стік з міської території загальносплавним колектором потрапляє на міські очисні споруди, а менш забруднена частина стоку надходить безпосередньо у річку.

Загальносплавну систему каналізації застосовують у разі, коли усі три види стічних вод (виробничі, побутові, атмосферні) мають мінералізацію, що допускає їх сумісне біологічне очищення, та за наявності у місті повноводної річки.

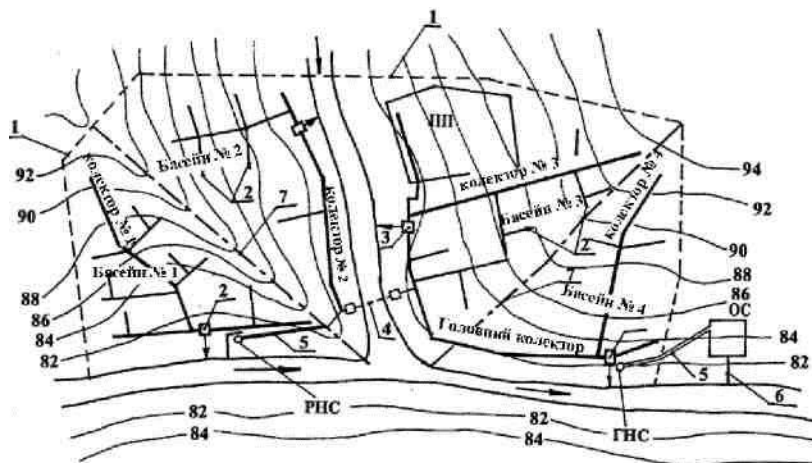


Рис. 5.9. Загальносплавна система водовідведення

РНС – районна насосна станція; ГНС – головна насосна станція; ОС – очисні споруди; ПП – промислове підприємство 1 – межа міста; 2 – зовнішня водовідвідна мережа трубопроводів; 3 – зливовипуски; 4 – дюкер; 5 – напірні трубопроводи; 6 – випуск очищених стічних вод; 7 – лінії вододілів

Повна роздільна система водовідведення має два або більше колектори, призначені для окремого відведення стічних вод певної категорії (рис. 5.10, а). Таку систему водовідведення застосовують, якщо не можна провести сумісне очищення виробничих і побутових стічних вод. Господарсько-побутові стічні води відводять на загальноміські очисні споруди, де проводять їх очищення до кондицій, що задовольняють умовам скидання у водні об'єкти. Очищення виробничих стічних вод здійснюють на спеціальних очисних спорудах даного промислового об'єкта або групи таких об'єктів. Після очищення виробничі стічні води можуть бути використані для технічного водопостачання, подані на загальноміські очисні споруди для доочистки або скинуті до водного об'єкта. Талі і дощові води по колектору зливової каналізації подаються на очищення і надалі використовуються для технічного водопостачання або скидаються у водні об'єкти.

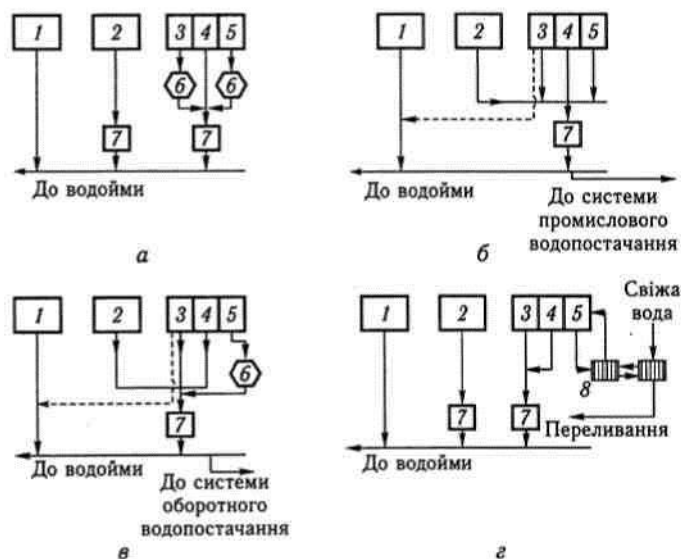


Рис. 5.10. Системи водовідведення

а – повна роздільна; б – двомережна неповна роздільна; в – роздільна з локальними очисними спорудами; г – роздільна з використанням виробничих стічних вод для оборотного водопостачання: 1 – зливі води; 2 – побутові води; 3, 4, 5 – відповідно 1-й, 2-й і 3-й цехи; 6 – локальні очисні споруди; 7 – очисні споруди; 8 – охолоджувальні споруди

Двомережну неповну роздільну систему водовідведення (рис. 5.10, б) використовують для очищення побутових і виробничих стічних вод, якщо мінералізація і склад органічних забруднень дають змогу проводити їх сумісне очищення (наприклад, на підприємствах харчової промисловості, де виробничі стоки за своїм складом близькі до побутових). Якщо на підприємстві утворюються умовно чисті виробничі води (з підвищеними вмістом завислих

речовин і температурою), то їх відводять зливовою каналізацією або використовують у системі оборотного водопостачання після охолодження і відстоювання.

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

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

Системи водовідведення з *повним* або *частковим використанням* суміші очищених стічних і зливових вод для потреб промислового водопостачання, а також із роздільною системою каналізування підприємства застосовують тоді, коли виробничі стічні води використовують для оборотного водопостачання, а очищені побутові й злизові стічні води скидають у водойми (рис. 5.10, г).

Комбінована система водовідведення є сукупністю загальносплавної і повної роздільної системи. Така система формується у міру розвитку і реконструкції каналізаційної мережі міста. У старій частині міста функціонує, наприклад, загальносплавна система водовідведення, а в районах новобудов створюється повна роздільна система.

ЛЕКЦІЯ 5

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА У МІСТАХ

- 1. Функції атмосферного повітря у міському середовищі**
- 2. Мікроклімат міста**
- 3. Джерела забруднення повітря міста**
- 4. Контроль стану атмосферного повітря у містах**

Багато питань екології міста пов'язано з атмосферою. Серед них - походження і склад атмосфери, атмосферна циркуляція, формування кліматичних умов міста, антропогенні і природні складові теплового балансу, мезо- і мікрокліматичні особливості міського середовища, метеорологічні чинники, що впливають на процеси забруднення і розсіювання, функціональні та територіальні особливості міста. З розвитком великих міст, промисловості, енергетики і автотранспорту з'явилося нове джерело надходження речовин в атмосферу - техногенне забруднення, яке за потужністю викидів можна поставити в один ряд із сучасною вулканічною діяльністю.

Здоров'я городян багато в чому визначається станом міської атмосфери. Важливого значення набувають встановлення основних джерел забруднення атмосферного повітря міст, моніторинг за забрудненням повітря, нормування його якості, нормування викидів від промислових підприємств і автотранспорту, містобудівні, організаційні і технологічні способи боротьби із забрудненням повітря.

1. Функції атмосферного повітря у міському середовищі

Атмосфера - зовнішня газова оболонка Землі, механічна суміш різних газів, водяної пари і твердих частинок. Сучасна атмосфера є результатом еволюції живої речовини біосфери і геофізичних процесів. Її принципова відмінність від первинної полягає у наявності кисню, що надходить за рахунок фотосинтезу.

Атмосфера регулює клімат Землі, переносить водяну пару по планеті, захищає її від приземного нагрівання й охолодження, затримує радіоактивне космічне випромінювання і потік метеоритних тіл. Атмосферне повітря необхідне для дихання живих організмів, воно є середовищем існування літаючих форм організмів і джерелом вуглекислого газу для фотосинтезу.

У повітрі є гази відносно постійного складу, а також величезна кількість так званих мінливих (слідів) газів, вміст яких може суттєво змінюватися у просторі і часі. Склад атмосфери знаходиться у стані динамічної рівноваги, що підтримується такими кліматичними чинниками, як переміщення повітряних мас (вітер і конвекція), атмосферні опади, життєдіяльність тваринного і ро-слинного світів, особливо лісів і планктону світового океану, а також в результаті космічних процесів, геохімічних явищ і господарської діяльності людини.

Під впливом атмосферних опадів, сонячної радіації і в результаті перенесення повітряних мас атмосферне повітря позбавляється від сторонніх домішок. Цей процес називається *самоочищенням* атмосфери.

Атмосферне повітря міста виконує такі *функції*:

- регулює сезонні й добові коливання температури;
- містить кисень, необхідний для дихання живих організмів;
- служить джерелом енергії;
- використовується транспортними засобами;
- використовується у технологічних процесах горіння і плавки;
- є джерелом хімічної сировини для отримання кисню, азоту, інертних газів, карбону (IV) оксиду та ін.;
- є середовищем для розміщення газоподібних відходів виробництва;
- трансформує газоподібні продукти обміну речовин; газоподібні і пилоподібні відходи.

2. Мікроклімат міста

Архітектурно-планувальні і техногенні особливості міської території сприяють формуванню *місцевого клімату*, відмінного від клімату приміської території (табл.1). Створення міст з їх

кам'яними і бетонними масивами, концентрацією різних джерел забруднення природного середовища сприяє утворенню особливого, *міського клімату*. Будучи специфічним кліматом урбанізованих територій, міський клімат характеризується своєрідністю термічного режиму, режиму вологості й опадів. У промислових зонах, на окремих вулицях, кварталах, площах, парках створюються свої особливі мікрокліматичні умови, що визначаються міською забудовою, наявністю промислових підприємств, ґрунтовим покривом, розподілом зелених насаджень і водойм.

На формування міського клімату здійснюють вплив:

- прямі викиди тепла і зміни режиму сонячної радіації;
- пилогазові викиди промислових підприємств і транспорту;
- зміна теплового балансу за рахунок зменшення випаровування, значної теплопровідності покриттів (дахів, стін будівель, мостових), малої проникності підстилаючої поверхні, що сприяє швидкому стоку води;
- пересіченість місцевості, що створюється міською різноповерховою забудовою;
- велика частка вертикальних поверхонь, що призводить до взаємного затінювання будинків і утворення улоговинних умов на фоні рівнинного рельєфу.

Перераховані чинники діють комплексно і неоднаково в різних умовах клімату, погоди і особливостей міської території.

Таблиця 1

Відмінності клімату в крупних містах і прилеглий місцевості (у середніх широтах)

Метеорологічні чинники	У місті, порівняно з прилеглою місцевістю
Радіація загальна	на 15-20 % нижче
Ультрафіолетове випромінювання взимку	на 30 % нижче
влітку	на 5 % нижче
Тривалість сонячного сяйва	на 5-15 % нижче
Температура середньорічна	на 0,5-1,0°C вище
середня зимова	на 1-2°C вище
Тривалість опалювального сезону	на 10 % менше
Домішки ядра конденсації і частинки	у 10 разів більше
газові домішки	у 5-25 разів більше
Швидкість вітру середньорічна	на 20-30 % нижче
штормова	на 10-20 % нижче
штилі	на 5-20 % частіше
Опади сумарні	на 5-10 % більше
у вигляді снігу	на 5 % менше
Число днів з опадами менше 5 мм	на 10 % більше
Кількість хмар	на 5-10 % більше
Повторюваність туманів взимку	на 100 % більше
влітку	на 30 % більше
Відносна вологість взимку	на 2 % менше
влітку	на 8 % менше
іноді	на 11-20 % менше
Грози (частота)	у 1,5-2 рази менше

Сонячна радіація в умовах крупних промислових центрів є зниженою внаслідок зменшення прозорості через велику кількість пилових частинок і аерозолів. Надходження ультрафіолетового проміння сильно ослаблюється внаслідок мутності атмосферного повітря і високої забудови у вузьких вулицях. З іншого боку, у місті до розсіяної радіації додається радіація, відбита стінами і мостовими. Цією обставиною обумовлено відчуття спеки і духоти, характерне для міст влітку.

Через забрудненість повітряного басейну в містах знижується ефективне випромінювання і, відповідно, нічне охолодження. Зміна радіаційного балансу, додаткове надходження тепла в атмосферу при спалюванні палива і мала витрата тепла на випаровування призводять до підвищення температури усередині міста, в порівнянні з прилеглою місцевістю.

Вказані вище чинники є причиною утворення так званого «*острова тепла*» над містом. Розмір «острова тепла» і його показники змінюються у часі і просторі під впливом фонових метеорологічних умов і місцевих особливостей міста. Закономірності зміни температури повітря при переході від сільської місцевості до центральної частини міста показані на рис. 1.

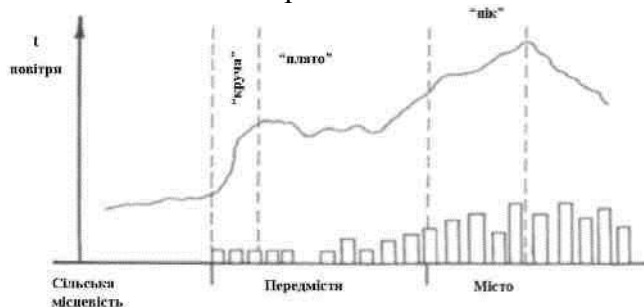


Рис. 1. Перетин «острова тепла» над містом

На межі розділу «місто - сільська місцевість» виникає значний горизонтальний градієнт температури, що відповідає «крючам острова тепла», який досягає іноді $4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{км}$. Більша частина міста являє собою «плато» теплого повітря з підвищенням температури у напрямку до центру міста. Термічна однорідність «плато» порушується «розривами» загального характеру поверхні у вигляді областей холоду - парки, водоймища, луки і областей тепла - промислові підприємства, щільна забудова. Над центральною частиною великих міст розташовується «пік острова тепла», де температура повітря максимальна (рис. 6.2). В крупній агломерації може спостерігатися декілька таких «піків», обумовлених наявністю промислових підприємств і щільною забудовою.

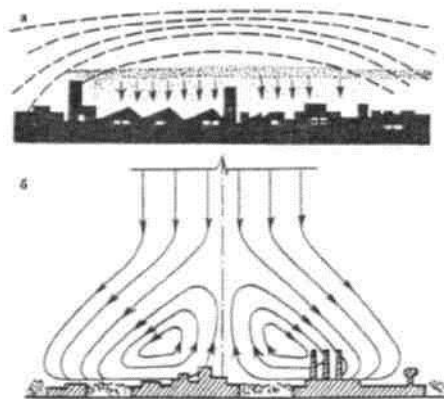


Рис. 6.2. Утворення «острова тепла» (за Н. С. Касимовим)
а – схема поширення промислових викидів при утворенні «острова тепла» (глибока приземна інверсія); б – циркуляція в нижньому шарі атмосфери над містом

Утворення міського «острова тепла» зумовлюється ще декількома причинами.

В містах зменшується альbedo підстилаючої поверхні (відношення відбитої радіації до сумарної) унаслідок появи на ній будівель, споруд, штучних покриттів. Велика частина елементів міської забудови (наприклад – вулиці і дороги, м'які покрівлі будівель) має більш низьке альbedo, ніж природний ландшафт. Забруднений сніговий покрив у місті також має більш низьке альbedo, у порівнянні зі сніговим покривом передмістя, а площа снігового покриву у місті менша, ніж в передмісті, за рахунок снігоприбирання і більш інтенсивного сніготанення.

Зменшення альbedo в результаті забудови території призводить до більш інтенсивного, у порівнянні з незабудованими територіями, поглинання сонячної радіації, накопичення конструкціями будівель і споруд тепла, поглиненого вдень, з його віддачею в атмосферу у вечірні і нічні години. На урбанізованих територіях різко зменшується витрата тепла на випаровування

за рахунок скорочення площ з відкритим ґрунтовим покривом і зайнятих зеленими насадженнями, а швидке видалення атмосферних опадів системами дощової каналізації не дає змоги створювати запас вологи у ґрунтах і поверхневих водоймищах.

Ще один чинник утворення «острова тепла» - зміна прозорості атмосфери. Різні домішки, що надходять в атмосферне повітря від промислових підприємств і транспорту, призводять до суттєвого зменшення сумарної сонячної радіації. Ще більшою мірою вони зменшують зустрічне інфрачервоне випромінювання земної поверхні, що у поєднанні з тепловіддачею будівель і споруд призводить до появи місцевого «парникового ефекту» і розвитку над територією міст аномалій температури - місто як би «накривається» ковдрою з парникових газів і аерозольних частинок.

Міська забудова призводить до формування зон застою повітря, при малих швидкостях вітру перешкоджає турбулентному перемішуванню приземного шару атмосфери і винесенню тепла у її вищерозташовані шари. Тепловіддача забудови внаслідок погіршення умов турбулентного перемішування в приземному шарі зменшується у порівнянні з незабудованими територіями, тепло як би нагромаджується усередині забудови, викликаючи її перегрівання.

Велика аеродинамічна шорсткість підстилаючої поверхні і наявність «островів тепла» визначають особливості вітрового режиму міста.

Вітровий режим міста зумовлюється існуванням місцевої циркуляції. Наприклад, при слабких вітрах до 2-3 м/с біля поверхні землі може виникнути потік холодного повітря, направлено до «острова тепла», а біля вершини «острова тепла» формується потік теплого повітря у бік околиць міста. В самому місті відмінності у нагріві освітлених і затінених частин вулиць і дворів також обумовлює місцеву циркуляцію повітря. Висхідний потік утворюється над поверхнею освітлених стін, а низхідний - над затіненими стінами і частинами вулиць або дворів. Наявність водойм сприяє формуванню денної місцевої циркуляції, подібної бризам, від водойми до забудови. Одночасно така циркуляція може сприяти захопленню забруднюючих домішок.

Швидкість вітру в місті, як правило, знижується порівняно з відкритою територією. Проте в деяких випадках можливе посилення вітру, наприклад, в містах, розташованих на горбистій місцевості або при збігу напрямку вітру з напрямом вулиці виникає «ефект аеродинамічної труби». Зелені насадження знижують швидкість вітру і сприяють осадженню домішок.

Вологість повітря в крупних містах нижче, ніж на околицях, що пов'язано з підвищенням температури і загальним зниженням вмісту вологи в атмосфері над містом в результаті зменшення випаровування. Причиною цього є зниження проникності підстилаючої поверхні для опадів і створення інженерних мереж по відведенню поверхневого стоку з території міста. Найбільший контраст вологості в системі «місто – околиці» спостерігається влітку, а протягом доби – у вечірню пору.

В кліматичних зонах, де взимку випадає сніг або поверхня землі замерзає, повітря у місті може бути більш вологим за рахунок техногенних джерел пари – в межах міста спалюється велика кількість вуглеводневого пального (газ, моторне паливо), одним з кінцевих продуктів цього процесу є водяна пара. Значна кількість води, що подається на територію міста водопровідними системами, випаровується при використанні в технологічних процесах і в житловому секторі. Витоки з водогінних мереж інколи досягають 10 % від загальної водоподачі.

Вплив міста на випадання *рідких і твердих опадів* різний. Взимку відмічається зниження кількості випадання снігу до 5 %, влітку найбільшу опадів випадає над містом, але не у центрі, а на околиці. При високій вологості повітря підвищена конвективна нестійкість і забрудненість повітряних мас над містом сприяють утворенню хмарності. В процесі перетворення хмар з купчастих у потужні купчасті і купчасто-дощові відбувається їх зсув під впливом пануючого перенесення повітряних мас. Опади випадають переважно в підвітряних районах міста і за його межами. Якщо вологість повітря недостатня для утворення хмар, потужні конвективні потоки, що утворюються над центром міста, є перешкодою для горизонтальних повітряних потоків, що надходять у навітряну частину міста. Маси повітря зазнають додаткового вимушеного підйому, внаслідок чого утворюється хмарність і випадають опади.

Відмінності в температурно-вологісному режимі міста і прилеглих околиць впливають і на розподіл атмосферних явищ. Так, *туманів* у місті може бути більше при послабленні швидкості вітру або значній забрудненості повітря. З підвищенням температури і зниженням відносної вологості повітря туманів у місті стає менше, ніж за містом.

Небезпека туманів для міських умов полягає в тому, що краплі туману розчиняють забруднюючі речовини, що знаходяться у атмосфері. Взаємодіючи одна з одною, та під дією сонячної радіації вони утворюють хімічні сполуки, складніші і небезпечніші для здоров'я населення і рослин, ніж вихідні забруднювачі атмосферного повітря (наприклад утворення кислот в результаті взаємодії оксидів Нітрогену і Сульфуру з водяною парою).

З урахуванням кліматичних умов міста і умов природно-кліматичної зони, проводять заходи щодо *поліпшення* міського клімату, які можна об'єднати у такі групи:

- заходи щодо регулювання швидкості вітру і вентиляції міста (планування міської забудови і вулиць, орієнтація будівель, створення деревно-чагарникових і трав'янистих насаджень різного типу (рис. 6.3), систем водойм і т. ін.);
- заходи щодо зменшення втрат тепла будівлями (конструкція вікон, орієнтація будівель, планувальні рішення, що стосуються взаємного розташування будівель і груп зелених насаджень);
- заходи щодо регулювання відносної вологості повітря (створення водойм і водотоків, збільшення площі поверхні з природним проникним покривом, поливання зелених насаджень, миття вулиць і площ і т. ін.);
- заходи щодо боротьби із забрудненням повітряного басейну шляхом: розташування забруднюючих об'єктів поза міською межею або у підвітряній частині міст; створення високих димарів (до 250 м), що сприяє кращому розсіюванню домішок; ефективного використання газоочисного устаткування; переходу на менш токсичні види палива, використання більш економічних установок для спалювання палива; регулювання або припинення викидів шкідливих речовин при несприятливих метеоумовах; переходу на безвідходні або замкнуті цикли виробництва; запобігання пиленню в промисловості, будівництві, транспорті;
- заходи щодо регулювання надходження сонячної радіації (планування вулиць і кварталів, створення зелених насаджень, використання різнорівневої забудови, фарбування стін і дахів, конструкція будівель і їх елементів і т. ін.).

Задля досягнення найбільшої ефективності зазначені заходи потрібно використовувати інтегровано.

Приземний шар тропосфери, так званий діяльний шар, найбільшою мірою зазнає антропогенної дії, основним видом якої є хімічне і теплове забруднення повітря. Антропогенні чинники дії на атмосферу за своїми розмірами не співставні з глобальними атмосферними процесами, однак можуть виявитися надзвичайно інтенсивними у більш мілкому масштабі.

Забруднення атмосфери – це будь-які несприятливі зміни її стану, викликані зміною складу атмосфери в результаті надходження до неї різних домішок (газів, твердих або рідких частинок) в результаті природних процесів або діяльності людини, які безпосередньо чи опосередковано змінюють розподіл енергії, рівень радіації, фізико-хімічні властивості атмосфери та умови існування живих організмів.

Домішки в атмосфері – це розсіяні у атмосфері речовини, що не містяться у її постійному складі.

Перетворення домішок в атмосфері – процес, при якому домішки в атмосфері піддаються фізичним і хімічним змінам під впливом природних і антропогенних чинників, а також в результаті взаємодії між собою. Оскільки домішки в атмосфері можуть зазнавати перетворень, їх поділяють на первинні і вторинні.

Первинна домішка в атмосфері – домішка, що зберегла за даний інтервал часу свої фізичні і хімічні властивості.

Вторинна домішка в атмосфері – це домішка в атмосфері, що утворилася в результаті перетворення первинних домішок.

Забруднююча повітря речовина (ЗР) – це домішка у атмосфері, що здійснює несприятливу дію на навколишнє середовище і здоров'я населення. Забруднювачі атмосфери – це чужорідні

для атмосфери речовини (ксенобіотики), які порушують якість повітряного середовища.

Порушення якості повітря – це накопичення у повітрі хімічних сполук і речовин в концентраціях, які перевищують встановлені нормативи, що призводить до погіршення життєвих умов, внаслідок чого можуть виникати необоротні порушення у функціонуванні організмів, екосистем і біосфери в цілому.

Речовини, що забруднюють атмосферу, бувають *твердими, рідкими і газоподібними* і можуть чинити шкідливу дію безпосередньо, після хімічних перетворень у атмосфері або спільно з ін. речовинами, викликаючи у ряді випадків синергетичний ефект (ефект дії речовин при їх одночасному знаходженні в повітрі).

Ступінь змін і масштаб наслідків атмосферного забруднення залежить від інтенсивності і характеру самого забруднення та від стійкості атмосферного повітря до антропогенного навантаження.

Рівень забруднення визначається такими трьома факторами:

- інтенсивність надходження забруднювачів у повітря;
- об'єм простору, у якому вони розсіюються;
- механізми вилучення забруднювачів з атмосфери.

За дією на організм людини забруднення атмосфери поділяють на *фізичне і хімічне*. До фізичного відносять: радіоактивне і електромагнітне випромінювання, шум, теплову дію. До хімічного – наявність шкідливих хімічних речовин і їх сполук.

Викиди ЗР характеризують за *чотирма ознаками*: за агрегатним станом, хімічним складом, розміром частинок і масовою витратою викинутої речовини. ЗР викидаються у атмосферу у вигляді суміші пилу, диму, туману, пари і газоподібних речовин.

Джерела викидів у атмосферу поділяють на природні, обумовлені природними процесами, і антропогенні, що є результатом діяльності людини.

До *природних* джерел забруднення атмосферного повітря відносять виверження вулканів, пилові бурі, степові і лісові пожежі, масиви зелених насаджень у період цвітіння.

Домішки, що виділяються природними джерелами:

- пил рослинного, вулканічного, космічного походження, продукти ерозії ґрунту, частинки морської солі;
- тумани, дим і гази від лісових і степових пожеж;
- гази вулканічного походження;
- продукти рослинного, тваринного, бактерійного (мікробіологічного) походження (органічний пил).

Природні джерела зазвичай бувають площинними (розподіленими), діють порівняно короткочасно із певною періодичністю. Рівень забруднення атмосфери цими джерелами є фоновим, мало змінюється з часом і не завдає великої шкоди людині, оскільки відбувається за певними екологічними законами і регулюється кругообігом речовин.

Антропогенні (техногенні) джерела забруднення атмосферного повітря, представлені викидами промислових підприємств і автотранспорту, є численними і різноманітними (рис. 4).

За місцем *утворення* забруднювачі атмосферного повітря населених місць поділяють на *місцеві* (міські підприємства), розташовані на території країни, і *зовнішні* джерела, що зумовлюють так зване трансграничне забруднення території.

Джерела викидів промислових підприємств бувають *стаціонарними* (джерела 1– 6), коли координата джерела викиду не змінюється в часі, і *пересувними* (джерело 7 – автотранспорт).

Джерела викидів в атмосферу поділяють на: *точкові, лінійні і площинні*. Кожне з них може бути затіненим і незатіненим.

Точкові джерела (на рис. 6.1 – 1, 2, 5, 7) – це джерела, забруднення від яких зосереджені в одному місці. До них належать димарі, вентиляційні шахти, дахові вентилятори.

Лінійні джерела (3) мають значну протяжність. Це аераційні ліхтарі, ряди відкритих вікон, близько розташовані дахові вентилятори. До них також можуть бути віднесені автотраси.

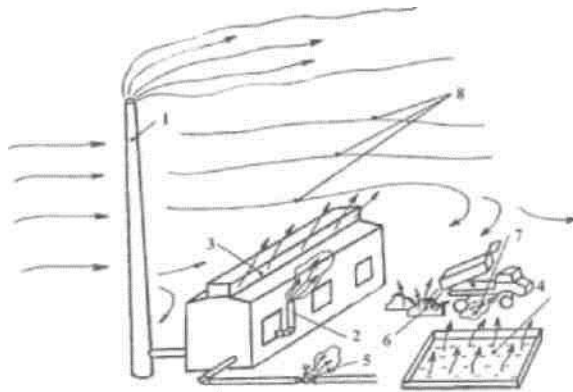


Рис. 4. Джерела забруднення атмосфери

1 – високий димар; 2 – низький димар; 3 – аераційний ліхтар цеху; 4 – випаровування з поверхні басейну; 5 – витоки через нещільність устаткування; 6 – пилення при розвантаженні сипких матеріалів; 7 – вихлопна труба автомобіля; 8 – напрямок руху потоків повітря

Площинні джерела. Забруднення, що тут виділяються, розосереджені по поверхні. Площинними джерелами є: промислові майданчики підприємства, місця складування виробничих і побутових відходів, автостоянки, склади паливно-мастильних матеріалів, полігони твердих побутових відходів (4, 6).

Незатінені або високі, джерела розташовані у недеформованому потоці вітру. Це димарі (1) й ін. джерела, що викидають забруднення на висоту, яка перевищує 2,5 висоти розташованих поблизу будівель й ін. перешкод. *Затінені* джерела (2–7) розташовані в зоні підпору або аеродинамічної тіні будівлі чи ін. перешкоди.

Джерела викидів ЗР в атмосферу поділяють на організовані і неорганізовані. Із *організованого джерела* (1, 2, 7) ЗР надходять у атмосферу через спеціально споруджені газоходи, повітроводи і труби. *Неорганізоване джерело* виділення ЗР (5, 6) утворюється в результаті порушення герметичності устаткування, відсутності або незадовільної роботи устаткування по відсмоктуванню пилу і газів, в місцях завантаження, вивантаження або зберігання сипкого продукту. До неорганізованих джерел відносять автостоянки, склади паливно-мастильних або сипких матеріалів й ін. площинні джерела.

За будовою та характером впливу на атмосферу штучні джерела забруднення умовно поділяють на технічні (пил цементних заводів, дим і сажа від згоряння вугілля) та хімічні (пило- або газоподібні речовини, які можуть вступати у хімічні реакції).

Забруднювачі, що надходять від техногенних джерел

Біля поверхні Землі повітря має різні домішки, у містах воно містить до 40 інгредієнтів, не властивих природному повітряному середовищу. У одному м³ повітря промислового міста міститься від 10 до 10 000 найдрібніших частинок, у горах і сільській місцевості – близько 5 тисяч.

Викиди, що містять домішки у вигляді частинок пилу, диму, туману або пари, які знаходяться в атмосфері у завислому стані, називаються *аерозолями*. Загальне число різновидів забруднюючих атмосферу аерозолів становить декілька сотень.

Тверді компоненти аерозолів техногенного походження – це продукти діяльності теплових електростанцій, збагачувальних фабрик, металургійних, магнезитових, цементних і сажових заводів. Ці компоненти дуже небезпечні для живих організмів, у людей вони викликають специфічні захворювання.

Розрізняють *пасивні* та *активні аерозолі*, в залежності від їх дії на організм людини. Пасивні аерозолі акумулюються на стінках органів дихання і можуть викликати ряд захворювань при певних концентраціях. Активні аерозолі залучаються до процесу кровообігу і є більш небезпечними для людського організму, оскільки можуть викликати різноманітні захворювання, потрапляючи в клітини організму людини.

Дуже шкідливим аерозольним забруднювачем атмосфери є органічний пил, що містить у собі аліфатичні й ароматичні вуглеводні, солі кислот. Він утворюється при спалюванні залишкових нафтопродуктів, у процесі піролізу на нафтопереробних, нафтохімічних та інших подібних підприємствах.

У атмосфері аерозольні забруднення можуть знаходитись у вигляді диму, туману, імлі або

серпанка. За певних погодних умов у приземних шарах атмосфери відбуваються особливо значні скупчення газоподібних і аерозольних домішок – смогів, які за своєю фізіологічною дією на органи дихання і кровоносну систему є вкрай небезпечними.

Рідкі ЗР утворюються при конденсації пари, розпиленні або розливі рідин, в результаті хімічних або фотохімічних реакцій. Залежно від точки плавлення сконденсована пара за низьких температур може переходити у тверді частинки.

Газоподібні ЗР утворюються в результаті хімічних реакцій окислення, відновлення (наприклад, виробництво коксу, соляної кислоти з хлору і водню, аміаку з атмосферного азоту й кисню), заміщення. Потужним джерелом газоподібних сполук є хімічні реакції розкладання (виробництво фосфорних добрив), електрохімічні процеси (виробництво алюмінію), випалення руд і нерудної мінеральної сировини (кольорова металургія, виробництво цементу), а також процеси електролізу, випарювання, дистиляції.

Найбільшу частину газоподібних викидів складають продукти окиснення, що утворилися в процесі горіння. При окисненні карбону утворюється CO і CO₂, при окисненні сірки – SO₂, азоту – NO і NO₂. При неповному згорянні в результаті неповного окислення утворюються альдегіди або органічні кислоти.

Зі всієї маси ЗР, що надходять в атмосферу від антропогенних джерел, близько 90 % складають газоподібні, 10 % – тверді і рідкі речовини. Найпоширенішими ЗР, що надходять у атмосферне повітря від техногенних джерел, є: пил, карбон (II) оксид, сульфур (IV) оксид, оксиди нітрогену, вуглеводні.

Пил (тонкодисперсні тверді частинки розміром менше 1,0 мкм), що міститься в атмосфері, класифікується за часом і процесами його утворення:

- первинне пилення – пил, що утворюється в результаті будь-якого природного або антропогенного процесу і викидається в атмосферу;
- вторинне пилення – пил, що утворюється в атмосфері із рідких або газоподібних речовин, які містяться в атмосфері, в результаті хімічних або фізичних перетворень;
- поверхневе пилення – перехід пилу, що сформувався на поверхні землі, в атмосферу.

Антропогенні джерела первинного пилоутворення виникають в результаті таких процесів:

- вибухові роботи;
- розрівнювання території;
- транспортування сипких матеріалів (навантажування, розвантажування, просіювання, перемішування, розподіл за фракціями);
 - механічна обробка матеріалів (дроблення, помел, шліфування, різання);
 - теплові процеси і процеси горіння (сушка, прожарювання, спалювання, плавлення);
 - знос і руйнування речовин (гальмівні колодки автомобіля, абразивне коло заточувального верстата).

Розмір порошинок коливається від сотих часток до декількох десятків мкм. Середній розмір частинок пилу в атмосферному повітрі становить 7-8 мкм. Пил здійснює шкідливу дію на людину, рослинний і тваринний світ, поглинає сонячну радіацію і тим самим впливає на термічний режим атмосфери і земної поверхні. Частинки пилу служать ядрами конденсації при утворенні хмар і туманів.

Основні джерела утворення пилу:

- автотранспорт;
- виробництво будівельних матеріалів (цементу, цегли);
- теплові електростанції, які працюють на твердому паливі (зола і сажа);
- чорна і кольорова металургія (оксиди заліза, марганцю, алюмінію, магнію, частинки Al, Cu, Zn);
- машинобудівні і металообробні виробництва (пил металевий, оксиди заліза, фосфору і ряду інших елементів);
- нафтохімічні підприємства (пил токсичний і вибухонебезпечний);
- місця складування побутових і виробничих відходів. Промисловий пил наносить значну шкоду – погано пропускає ультрафіолетову радіацію, перешкоджає самоочищенню атмосфери, засмічує слизові оболонки дихальних та зорових органів, подразнює шкіру, є переносником

бактерій і вірусів, призводить до онкологічних захворювань. У деяких промислових містах за добу випадає більше однієї тони пилу на км² території. Основна маса пилу вимивається з атмосфери опадами.

Атмосферне повітря населених пунктів постійно забруднюється і за всіма параметрами докорінно відрізняється від природного повітря. Сьогодні у містах багатьох країн забруднення повітря у 15 разів вище, ніж у сільській місцевості й у 150 разів вище, ніж над океаном.

Забруднення атмосфери призводить до руйнування будівель і споруд, що є наслідком дії абразивів (твердих частинок) та корозії. Найбільш негативно забруднення впливає на живі організми – вони уражаються як прямо, так і опосередковано. У забруднених районах різко підвищується ймовірність різних захворювань.

4. Контроль стану атмосферного повітря у містах

Атмосферне повітря займає особливе положення серед інших компонентів біосфери. У життєдіяльності людини повітря є основною умовою існування. При цьому повітря повинне мати певну чистоту – будь-які відхилення від норми небезпечні для здоров'я людини.

Характер тимчасової і просторової мінливості концентрації шкідливих домішок зумовлений рядом обставин, які важливі у забезпеченні необхідної чистоти атмосферного повітря. Основою для виявлення усіх факторів і закономірностей є спостереження за станом забруднення повітряного басейну – від можливостей і якості спостережень, що проводяться, залежить ефективність усіх заходів з охорони повітря.

Необхідність організації системи спостережень за забрудненням повітряного басейну в містах й ін. промислово розвинених населених пунктах зумовлена тим, що на локальному і регіональному рівнях ступінь забруднення атмосфери може перевищувати санітарно-гігієнічні нормативи.

Дані про рівень забруднення атмосфери використовуються при складанні короточасних прогнозів, попереджень про можливе підвищення забрудненості у зв'язку з несприятливими метеорологічними умовами, для розробки заходів, направлених на пониження концентрації шкідливих речовин.

Вирішення комплексу завдань, пов'язаних зі збором інформації щодо відомостей про наявні та перспективні джерела забруднення атмосфери, характеристики забруднюючих речовин (токсичність, здатність вступати в хімічні реакції з ін. речовинами, здатність до самоочищення), метеорологічні умови забезпечує система моніторингу, яка складається з систем спостереження і контролю.

Моніторинг атмосферного повітря – це інформаційно-технічна система спостережень за станом атмосфери, оцінювання і прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря та надання на цій основі рекомендацій щодо заходів з його охорони (контроль, аналіз, висновки).

Система спостережень здійснює спостереження за якістю атмосферного повітря у містах, населених пунктах і територіях, розміщених поза зоною впливу джерел забруднення.

Система контролю здійснює спостереження і контроль за джерелами забруднення, викидами шкідливих речовин у атмосферу та дотриманням встановлених екологічних нормативів.

Основна мета моніторингу за станом атмосферного повітря полягає у забезпеченні зацікавлених державних і громадських органів, підприємств, установ й ін. організацій систематичною інформацією про рівень забруднення атмосфери і про прогнози його змін під впливом господарської діяльності і метеорологічних умов.

Стандартна мережа моніторингу забезпечує надходження інформації про стан атмосферного повітря, на основі якої можна вирішувати такі задачі:

- оцінювати рівень забруднення атмосфери;
- планувати розміщення промислових підприємств та СЗЗ;
- вивчати вплив забруднення повітряного басейну на здоров'я населення;
- оцінювати збитки, що наносяться лісам, тваринництву, сільському господарству, будівлям і спорудам;
- уточнювати і перевіряти розрахункові методи розсіювання домішок від джерел забруднення атмосферного повітря;

- оцінювати фонове забруднення атмосфери.

Наразі в багатьох містах промислово розвинених країн створена мережа пунктів спостереження (моніторингу) за забрудненням повітря. Збільшилося число міст, у яких ведеться контроль за забрудненням повітря, число пунктів спостережень у них і компонентів, за якими ведеться спостереження. Розроблені нові методи і технічні засоби вимірів, у т. ч. автоматичні прилади і системи контролю – автоматизовані системи контролю забруднення повітря (АСКЗП).

Задачі, що вирішуються АСКЗП:

- автоматичне спостереження і реєстрація концентрацій забруднюючих речовин;
- аналіз отриманої інформації з метою визначення фактичного стану забруднення повітряного басейну;
- вживання екстрених заходів по боротьбі із забрудненням;
- прогноз рівня забруднення;
- розробка рекомендацій для покращення довкілля;
- уточнення і перевірка розрахунків розсіювання домішок.

АСКЗП розраховані на вимірювання концентрацій одного або декількох найбільш поширених шкідливих інгредієнтів: SO_2 ; CO ; NO_x ; O_3 ; C_mH_n ; H_2S ; NH_3 ; завислі речовини, а також визначення вологості, температури, напрямку і швидкості вітру.

Окрім речовин з пріоритетного списку, в обов'язковий перелік речовин для контролю включають речовини, точні обсяги викидів яких встановити досить складно:

- розчинні сульфати – у містах з населенням більше 100 тис. осіб;
- бензо(а)пірен – у містах з населенням більш 100 тис. осіб та у містах з великими джерелами викидів;
- формальдегід і сполуки Плюмбуму – у містах з населенням більш 500 тис. осіб, оскільки ці речовини викидаються переважно автотранспортом;
- важкі метали – у містах з підприємствами чорної і кольорової металургії;
- пестициди – у містах, розташованих поблизу великих сільськогосподарських територій, де застосовують хімічні засоби захисту рослин.

З метою обмеження антропогенного впливу на навколишнє середовище запроваджено *екологічне нормування* – комплекс заходів для встановлення граничних меж, в яких можуть коливатися параметри показників, що характеризують стан довкілля.

Екологічному нормуванню підлягають усі небезпечні речовини та фактори шкідливого фізичного впливу. У галузі охорони атмосферного повітря встановлені такі нормативи:

- *нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря* – група нормативів, дотримання яких запобігає виникненню небезпеки для здоров'я людини та стану навколишнього природного середовища від впливу шкідливих чинників атмосферного повітря;
- *норматив вмісту ЗР у відпрацьованих газах та впливу фізичних факторів пересувного джерела* – гранично допустима кількість забруднюючої речовини у відпрацьованих газах пересувного джерела, що відводиться у атмосферне повітря;
- *норматив гранично допустимого викиду ЗР стаціонарного джерела* – гранично допустимий викид забруднюючої речовини або суміші цих речовин у атмосферне повітря від стаціонарного джерела викиду; технологічний норматив допустимого викиду ЗР – гранично допустимий викид ЗР або суміші цих речовин, який визначається у місці її виходу з устаткування;
- *норматив якості атмосферного повітря* – це критерій якості атмосферного повітря, який відображає гранично допустимий максимальний вміст ЗР у атмосферному повітрі і при якому відсутній негативний вплив на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища;
- *норматив гранично допустимого впливу фізичних та біологічних факторів стаціонарних джерел* – норматив, який встановлюється для кожного стаціонарного джерела акустичного, електромагнітного, іонізуючого та ін. фізичних і біологічних факторів на рівні, за якого фізичний та біологічний вплив усіх джерел у цьому районі з урахуванням перспектив його розвитку в період терміну дії встановленого нормативу не призведе до перевищення нормативів екологічної безпеки атмосферного повітря (за найбільш суворим нормативом).

Для кількісної оцінки вмісту домішок у атмосфері використовується поняття *концентрації* – кількості речовини, що міститься в одиниці об'єму повітря, приведеного до нормальних умов.

Якість атмосферного повітря – це сукупність його властивостей, визначальна ступінь дії фізичних, хімічних і біологічних чинників на людей, рослинний і тваринний світ, а також на матеріали, конструкції і навколишнє середовище в цілому. Якість атмосферного повітря може вважатися задовільною, якщо вміст домішок у ньому не перевищує гранично допустимих концентрацій (ГДК). *ГДК* – це максимальна концентрація домішки в атмосфері, яка при періодичній дії або протягом усього життя людини не здійснює на неї і на навколишнє середовище в цілому прямої або непрямої дії, включаючи віддалені наслідки.

Під *прямою дією* розуміють нанесення організму людини тимчасової подразнюючої дії, що викликає відчуття запаху, кашель, головний біль. При накопиченні в організмі шкідливих речовин вище певної дози можуть виникати патологічні зміни окремих органів або організму в цілому.

Під *непрямою дією* розуміють такі зміни в навколишньому середовищі, які, не здійснюючи шкідливого впливу на живі організми, погіршують звичні умови існування: пошкоджуються зелені насадження, змінюються параметри мікроклімату міста, збільшується число туманних днів і т. ін.

Основним критерієм встановлення нормативів ГДК для оцінки якості атмосферного повітря є особливості дії забруднюючих домішок, що містяться у повітрі, на організм людини.

ЛЕКЦІЯ 6. РОСЛИННИЙ І ТВАРИННИЙ СВІТ МІСТА І ПРИМІСЬКОЇ ЗОНИ

1. Шляхи формування флори і фауни міста
2. Антропогенне створення міської флори
3. Урбанізовані біогеоценози
4. Комплексна зелена зона міста
5. Тваринний світ міста
6. Видовий склад міської фауни

Місто є не тільки місцем проживання популяції людини, але і надає умови для існування різних видів тваринних організмів, рослин, грибів, найпростіших, які в сукупності можна позначити терміном «урбобіота», що є невід'ємним елементом середовища існування городянина.

Саме в містах - починаючи з Давнього Єгипту і Месопотамії, пройшовши через епоху античності, зазнавши «нове народження» в епоху Відродження і особливо у новий час - зародилася традиція вирощування рослин і утримання тварин з метою задоволення виключно естетичних комунікативних потреб людини (а пізніше - і потреб в «душевному комфорті»). В даний час ця тенденція не слабшає, і з кожним поколінням все більше і більше городян вводять в свої житла на правах постійних жителів і навіть свого роду «членів сімей» тварин і рослини. У житті сільських жителів декоративні екзотичні види відіграють незначну роль, оскільки, з одного боку, їх місце вже зайнято одомашненими тваринними і культурними рослинами, а з іншого - «середньостатистичний сільський житель» має більше, ніж городянин, можливостей різноманітних утилітарних і неутілітарних контактів з дикими видами тварин і дикорослими видами рослин в безпосередньому оточенні його поселень. Для більшості ж міських жителів саме види домашніх і окультурених рослин і тварин є часто єдиним «вікном в природу».

1. Шляхи формування флори і фауни міста

Флора - це сукупність видів рослин, що склалася історично, які населяють певну територію (акваторію), приурочена до певного географічного простору, пов'язана з його сучасними природними умовами і геологічним минулим.

Рослинний світ - це сукупність усіх рослинних організмів на деякій території або на Землі в цілому.

Фауна - це сукупність усіх видів тварин, що історично склалася в процесі еволюції, які мешкають чи мешкали в геологічному минулому на певній території або акваторії.

Тваринний світ - це сукупність усіх популяцій тварин, що входять до складу біотичних угруповань певної області земної поверхні або Землі в цілому.

Флора і фауна будь-якої місцевості представлена видами, які сформувалися у даному районі у процесі еволюції - *автохтонні* види, та видами, які потрапили у цей район з інших областей Земної кулі - *аллохтонні* види. Якщо «чужі» види потрапили на дану територію недавно, їх називають *адвентивними*. Рослини переселяються на великі території як за допомогою природних «агентів» - вітру, води, тварин тощо, так і за допомогою господарської діяльності людини. Види, які розповсюджує людина, називаються *антропоморфними*.

Флора і фауна міста складається з місцевих видів, що мешкали в конкретній місцевості як мінімум з нового часу (*архефіти*), і з видів, що вселилися в дану місцевість у новий (*неофіти*) і новітній (*адвентивні*) час. При цьому, незважаючи на те, що число видів рослин і тварин в місті може зростати завдяки вселенню нових видів, частина архефітів і неофітів з низькою толерантністю до умов урбанізованого середовища за цей же час зникають.

Різноманіття шляхів формування флори і фауни на урбанізованих територіях може бути представлене такими схемами.

«Поглинання» містом місцепроживань виду в межах існуючого ареалу. В результаті цього процесу флора і фауна міста по-повнюються за рахунок автохтонних (аборигенних) видів, які адаптуються до умов урбанізації й існують у місті зі стабільною чисельністю або із чисельністю, що збільшується, а частина цих видів, які не можуть адаптуватися до нових умов, зникає з ко-

лишніх місцепроживань. Вірогідність зникнення прямо пропорційна ступеню порушення місцепроживань і обернено пропорційна чисельності популяцій виду. У складі фауни міст частка аборигенних видів у більшості випадків менше, ніж частка тих, що іммігрували.

«Зміна біотопів» і вселення в місто раніше неурбанізованих видів. У цьому випадку флора і фауна міста також поповнюються за рахунок місцевих видів, які, як правило, не є вузькоспеціалізованими і мають високий потенціал адаптації до умов життя в місті. Популяції цих видів в містах стають більшою мірою синантропними, ніж початкові популяції. Так, наприклад, сформувалися нові синантропні екологічні раси чорного дрозда (*Turdus merula* L.) і вяхиря (*Columba palumbus* L.) у містах Західної і Центральної Європи. За цією ж схемою в міста проникають солелюбні і водно-болотяні види рослин, якщо в результаті використання солі для танення снігу і льоду і підтоплення формуються місця проживання з відповідними умовами. Вірогідність поповнення флори і фауни міст видами за такою схемою вище у тих випадках, коли початкові місцепроживання поза містом зв'язані системою «коридорів» з їх міськими аналогами.

Формування нових екологічних ніш, які захоплюються видами-переселенцями з інших географічних областей відповідно до їхніх екологічних вимог. Поповнення флори і фауни міст за цією схемою можливе за наявності у видів-переселенців механізмів активного і пасивного розселення.

Активне розселення характерне для всіх рухомих тварин, а також тих рослин, у яких є повзучі або «лазаючі» пагони чи спеціальні (гідропневматичні) механізми розкидання насіння. Прикладами можуть бути скажений огірок (*Ecbalium elaterium* L., A. Rich), що росте на засмічених місцях півдня України, або північно-американський вид ехіноцистис шипуватий (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray), що розповсюдився за останні два десятиріччя по більшій частині України, і який росте на перезволожених засмічених місцях у заплавах річок, в містах і приміських зонах. У багатьох випадках подібного поширення видів і активного освоєння нових територій передують, як правило, випадкове занесення або цілеспрямована інтродукція.

Пасивне розселення характерне для більшості видів рослин і багатьох тварин: земноводні (на стадії яйця або личинок), риби, комахи, паукоподібні, паразитичні черв'яки, найпростіші. У ряду видів тварин активне розселення часто комбінується з пасивним. Агентами пасивного перенесення організмів або їх частин (насіння, плоди) є вітер (у цьому випадку процес перенесення називається *анемохорією*), вода (*гідрохорія*), тварини (*зоохорія*), людина (*антропохорія*).

Повсюдно переважаюча частина нових видів, що потрапили у міста з інших географічних регіонів, були занесені або завезені людиною, і лише після вселення види з пасивним розселенням використовують характерних для них агентів перенесення для закріплення на нових місцепроживаннях. Існують десятки прикладів навмисної інтродукції, а також випадкового занесення тварин з їжею, будівельними матеріалами, транспортом, шкіряними і хутряними виробами, і навіть музейними колекціями в міста Європи. Найсприятливіші умови такі види знаходять частіше за все у порушених антропогенних ландшафтах, а їх розселенню сприяє розвинена дорожня і торгова мережа.

Комбінована схема – результат процесів пасивного розселення і «зміни біотопів» раніше неурбанізованих видів.

Шляхи формування урбанізованої флори і фауни представлені на рис. 1.



Рис. 1. Шляхи формування флори і фауни міст (за В.Ф. Стольбергом)

Різні види рослин і тварин поселяються в різних зонах міста та в різних місцях мешкання, причому з певними закономірностями. Найменше видів у центрі міста. Вони непогано переносять міські умови, у т. ч. і промислові забруднення. Від центра до околиць міста число видів зростає. Особливо багата флора і фауна околиць, вона часто багатша видами, ніж зональна флора, оскільки тут збільшується і склад генофонду, і число місцемешкань, у т. ч. й екотонів – граничних зон між різними екосистемами.

2. Антропогенне створення міської флори

Головні фактори діяльності людини, які сприяли і сприяють переміщенню рослин і створення міської флори наступні.

Торгівля. Велике значення, як у минулому, так і нині, має торгівля. По різних торговельних шляхах людина на великі відстані перевозила вантажі і саме по цих шляхах разом з вантажами та транспортом несвідомо переправлялися через різні географічні широти і бар'єри різні види рослин.

Залізничний транспорт. З появою залізничного транспорту уздовж залізничного полотна протяжністю у тисячі і десятки тисяч кілометрів виникали своєрідні смуги «залізничної» флори у результаті розсіювання завезених видів, які проростали і знаходили сприятливі умови для розвитку.

Водні простори. Великі водні простори – моря, океани були істотним бар'єром для розповсюдження різних організмів, але з виникненням морського та океанічного флоту рослини стали дуже легко долати величезні відстані між материками, на яких знаходили аналогічні кліматичні умови. Так сформувався інтенсивний обмін флорою між Європою та Північною Америкою.

У результаті *переміщення* на великі відстані мас людей і транспорту дуже швидко переміщалися і рослини. Встановлено, що полин Сіверса (*Artemisia sieversiana* L.) під час другої світової війни переміщався із швидкістю 250 км на рік. Російськими військами у 1813 році в околиці Парижу були занесені «російські» бур'яни. Там же з'явилися і два види бур'янів, занесених німецькими військами із Центральної Європи під час війни, а дещо пізніше з'явилися північно-американські рослини у результаті маневрів за участю іноземних армій.

Адвентивні види рослин з'являються на певній території не тільки поза бажанням людини. Велике значення у формуванні рослинності міст відіграє свідомо діяльність людини по інтродукції нових видів, завезених з інших областей Земної кулі.

Інтродукція – переселення особин окремих видів тварин і рослин за межі їхнього природного ареалу та адаптація до нових умов існування.

Інтродукцією людина займалася із давніхдавен – цілий ряд сільськогосподарських культур є іноземного походження. У містах задача інтродукції обмежена, як правило, декоративними якостями екзотів. Майже повністю на інтродукції базується міське квітникарство. Ще у стародавніх містах Ассирії, Єгипту, Давнього Риму завезені рослини використовували для створення садів і озеленення вулиць.

У Росії «заморські» рослини почали вирощувати у містах з XV ст. Велика заслуга у цьому Петра I – для озеленення своєї столиці він завіз із Голландії каштан, граб, бук, із Сибіру – сосну кедрову. Відома його діяльність і по створенню «аптекарських городів» у Москві і Петербурзі, де проходили акліматизацію лікарські рослини.

Особливий розмах інтродукція набула у XIX ст. Наприклад, у Ризі «Комітет по спорудженню декоративних насаджень у передмістях» пропонував 489 видів і 268 форм декоративних рослин. Тоді ж почали з'являтися різноманітні колекції і ботанічні сади.

У наш час інтродукція та акліматизація є звичайним явищем і проводиться на науковому рівні у ботанічних садах та розсадниках. В Україні у містах культивується 439 видів дерев, чагарників та ліан, а у місцевій флорі їх усього 300. Наприклад, в Ужгороді на вулицях ростуть сакура (японська вишня), туя, гінго дволопатева та ін. екзоти. Невеликий список звичайних для наших міст рослин-«іноземців» наведено у табл. 1.

Є ще рослини – *утікачі з культури*. Це ті види, які були акліматизовані, а потім проникли у склад природної флори нового для них району і почали розмножуватися без допомоги людини. Наприклад, міська флора Києва за останні 200 років збагатилася декоративними «утікачами» – аквілегія, бріонія, маргаритки, матіола, амброзія та ін.

Частина видів (*перша група*) існують лише в *одомашненому* (тварини) або *окультуреному* (рослини) стані і використовуються людиною для задоволення його життєвих потреб – у лікарських препаратах, матеріалах для будівництва і обробки помешкань, засобах пересування (як, наприклад, кінь, віслик), спілкуванні (як, наприклад, собаки, кішки і папути).

Таблиця 1

Іноземні представники міської флори

Вид	Географічне походження
Смерека колюча (форма срібляста)	Північна Америка
Туя західна	Північна Америка, Балкани
Каштан кінський	Північна Америка
Клен ясенелистий	Далекий Схід
Горіх маньчжурський	Північна Америка
Біла акація	Північна Америка
Тополя бальзамічна	Південна Європа
Бузок звичайний	Монголія
Карагана деревовидна (акація жовта)	Далекий Схід
Робінія звичайна (акація біла)	Північна Америка
Шипшина зморшкувата	Східний Сибір
Кизильник блискучий	Південна Європа
Жасмин звичайний	Азія, Африка, Австралія

Друга група – тварини і рослини, не одомашнені або окультурені в повному розумінні цих слів, а такі, що мешкають в не-урбанізованому середовищі ін. природно-кліматичних зон, відмінних від даної. В містах вони можуть жити лише в житлах людини або в спеціальних спорудах (оранжереї, теплиці, тераріуми, акваріуми, вольєри і т. ін.), де штучно створюються і підтримуються умови існування цих видів. До цієї групи належать *екзотичні* рослини і тварини, що становлять основу наукових (зоологічні парки, ботанічні сади, розплідники) і приватних колекцій – кімнатні й оранжерейні рослини, акваріумні риби, мешканці тераріумів, інсектаріїв, декоративні птахи і ссавці.

Третя група видів – це також неодомашнені тварини і неокультурені рослини, які людина свідомо (навмисно) розселяє або вирощує в містах, але уже не в житлах, а в природно-антропогенних або антропогенних місцепроживаннях. У цій групі виділяють дві підгрупи: нові для регіону види – інтродуценти (уведені в культуру); аборигенні (автохтонні) види, що мешкають у нових або змінених умовах середовища.

Інтродуковані види в нових умовах проходять процес акліматизації, після чого вони або

натуралізуються, тобто можуть існувати, зберігаючи життєздатність без втручання людини, або для їх існування (розмноження) необхідна постійна підтримка з боку людини у вигляді системи агротехнічних (для рослин) або біотехнічних (для тварин) заходів – далекосхідні плямисті олені (*Cervus nippon Temm.*) у парках Європи або лані (*Dama dama L.*) у парках України, країнах Балтії.

Четверта група видів – це *ненавмисні інтродуценти*, «*види-прибульці*», поява яких в даному регіоні або місті не передбачалася людиною, але які поширилися і натуралізувалися завдяки людині, як агенту перенесення організмів, і в результаті антропогенних перетворень ландшафтів, супутніх урбанізації.

П'ята група видів – *синантропні*, тобто види, що живуть у селітебному ландшафті, в безпосередньому сусідстві з людиною: в житлах й інших спорудах, поблизу житла і тимчасових споруд і які поширюються у міру поширення ландшафту даного класу.

Сюди входять:

- види, еволюція яких, принаймні, з неоліту, проходила у контакті з людськими популяціями (наприклад, польові бур'яни, деякі таргани, воші, миша будинкова (*Mus musculus L.*);
- види, що лише у новий і новітній час освоїли екологічні ніші, параметри яких визначаються життєдіяльністю людини, його домашніх тварин і окультурених рослин, наприклад, голуб сизий (*Columba livia Gm.*), стриж чорний (*Apus apus L.*), горобець будинковий (*Passer domesticus L.*), щур сірий (*Rattus norvegicus L.*). Проте більш молоді синантропні види не «поривають» повністю зв'язок із своїми початковими природними місцепроживаннями і використовують їх, залежно від конкретних ситуацій разом з антропогенними.

Шоста і найчисленніша група видів – це *дикорослі рослини і дикі тварини*, що живуть у містах в різних місцепроживаннях – від слабо порушених і трансформованих природних до антропогенних. Тут існує велика різноманітність видів – від тих, що збереглися у вигляді малих залишків колись існуючих життєздатних популяцій, а нині приречених на вимирання, до активно або пасивно проникаючих у міста і процвітаючих в них.

Для уникнення негативних наслідків «наступу» міста створюють так звані екологічні коридори, які забезпечують міграцію видів і обмін генетичною інформацією. Усі види рослин, тварин, грибів і ін. – «союзники», «небажані сусіди» або «шкідники» формують флору і фауну міст, це «життя серед життя», що розвивається поряд з людиною, оскільки місто – це найскладніше з місцепроживань, яке насичено різноманітними екологічними нішами.

3. Урбанізовані біогеоценози

У сучасному місті ростуть декілька сотень видів рослин. Дослідження флори міста свідчать про перевагу видів рослин немісцевого походження, оскільки при заснуванні міста місцева рослинність витісняється з території міста або знищується. Це відбувається внаслідок розчищення території під будівництво шляхом вирубування лісів, переміщення ґрунтів, штучного покриття значних земельних ділянок асфальтом тощо. Попри те, що умови у містах відрізняються від тих, що були у сусідніх місцевостях, адвентивні види впливаються у міста широким потоком.

Усі види, що спільно мешкають на території міста, входять до складу урбоєкосистеми і за допомогою взаємозв'язків формують складну мозаїку біотичних співтовариств (*біоценозів*). Кожний біоценоз займає певне місце на земній поверхні з відносно однорідними абіотичними умовами існування популяцій організмів, що входять до нього. Така ділянка називається *біотопом*. Біотоп разом з біоценозом, що його населяє, складає *біогеоценоз* – взаємообумовлений комплекс живих і неживих компонентів, зв'язаних між собою обміном речовини і енергії. Біогеоценоз є рангом екосистеми, межі якої співпадають з межами рослинного угруповання (фітоценозу). Біотоп – це результат перетворення біоценозом неорганічної складової біогеоценозу. За ін. рівних умов, чим більше різноманітність біотопів, тим різноманітніше склад біоценозів певної території.

Це положення повністю прийнятне і для урбанізованих територій, на яких різноманітність умов існування живих організмів формується при взаємодії природної і соціальної підсистем урбогеосоціосистеми з визначальною роллю перетворювальної діяльності людини. Такий підхід дозволяє виділити достатньо крупні біотопічні одиниці, які практично співпадають з класами антропогенного ландшафту і придатні для найбільш загальної характеристики рослинного

покриву і тваринного населення будь-якого міста:

- водні і болотяні біотопи;
- біотопи забудованих територій;
- біотопи деревно-чагарникових насаджень;
- біотопи автомобільних, залізничних магістралей, трубопроводів, ліній електропередач з їх смугами відчуження; • відкриті біотопи з переважанням трав'яної рослинності.

Усі біогеоценози, що склалися на урбанізованих територіях, відрізняються тим або іншим ступенем гемеробності, тобто окультуреності, індикатором якої є рослинний покрив.

Завдяки своїм живим компонентам, міста (як урбогеосоціосистеми) за допомогою своєї природної підсистеми залучені у глобальні біогеохімічні цикли і, таким чином, є елементами біосфери як частини географічної оболонки Землі.

4. Комплексна зелена зона міста

Території міських і позаміських насаджень, які формують комплексну зелену зону міста, об'єднують в просторово-територіальну систему, яка забезпечує їх архітектурно-планувальну і композиційну єдність.

Комплексна зелена зона міста – це науково обґрунтована сукупність територій (зелених зон) у межах населених місць і за містом, яка включає зелені насадження, водні простори та інші елементи природного ландшафту, що є своєрідним екологічним каркасом планувальної структури міста, і забезпечує рекреаційні, санітарно-гігієнічні, естетичні та соціальні функції з метою створення здорового довкілля для праці, спорту і відпочинку населення (Кучерявий В.П.).

Дерева, чагарники та газони разом з квітниками і водними поверхнями створюють сприятливі мікрокліматичні умови, виконують очисні функції, підвищують естетичний вигляд міських архітектурних ансамблів, є засобом натуралізації міського ландшафту. Зелені насадження сприяють утворенню постійних повітряних течій, котрі перемішують і розбавляють повітря, виносячи пил і шкідливі гази у верхні шари атмосфери, значно знижуючи їх вплив на людину, знижують теплову радіацію (до 5 %), мають важливе рекреаційне та естетичне значення. Зелені насадження покращують електрогігієнічні властивості повітря, збільшуючи приблизно утричі кількість негативно заряджених іонів. У повітрі лісу ступінь іонізації кисню у 2-3 рази вищий, ніж над лугом і у 5-6 разів більший, ніж у міському повітрі.

Хвойний ліс з площі у 1,0 га за добу виділяє у атмосферу 4,0 кг летких фітонцидів, листяний ліс – близько 2 кг, тому у лісовому повітрі порівняно з міським значно менше хвороботворних мікроорганізмів. Так, у 1 м³ лісового повітря міститься 490 бактерій, а у 1 м³ міського повітря їх число досягає 3600.

Оптимальна норма споживання кисню на одну людину становить 400 кг за рік, тобто стільки, скільки його виділяють 0,1-0,3 га міських насаджень. За рекомендаціями ВОЗ, на одного міського жителя необхідно мати у місті 50 м² зелених насаджень і 300 м² – приміських.

Загальна площа території комплексної зеленої зони в розрахунку на міського жителя становить від 1 000 (для малих міст і селищ міськ ого типу) до 2 200 м² (для великих міст). Площа території і межі комплексної зеленої зони уточнюються в кожному конкретному випадку залежно від природного району, характеру розташування й особливостей розвитку населених місць у групових системах, меж землекористування, наявності та розташування існуючих зелених масивів, водойм, які потребують окультурення, й ін. умов. Формування комплексної зеленої зони міста тісно пов'язане з вирішенням багатьох містобудівних, архітектурних, культурно-освітніх, інженерно-технічних, біологічних, агротехнічних, економічних та інших питань.

Система зелених насаджень в місті

Озеленені території у місті і за його межами – парки, бульвари, сади, сквери, лісопарки, ліси, насадження у житлових кварталах, при установах і т. ін. є структурними елементами комплексної зеленої зони міста. Залежно від функціонального призначення, розмірів і розташування у плані міста і на його околицях, вони належать до різних категорій, які поєднують у три групи: насадження загального користування, насадження обмеженого користування, насадження спеціального призначення.

Зелені насадження загального користування

До цієї групи зелених насаджень належать озеленені зони міста, які призначені для масового короткочасного відпочинку населення (рис. 2). До таких насаджень відносять:

- парки: культури та відпочинку, міський парк відпочинку, спортивний парк (стадіон), ботанічний парк, зоологічний парк (звіринець), парк розваг, парк-виставк, лісопарк, парк-заповідник, національний парк, історичний парк, етнографічний парк, меморіальний парк, дитячий парк;
- міський сад, сквер, бульвар, насадження на вулицях;
- насадження при адміністративних і громадських установах;
- зони масового відпочинку.

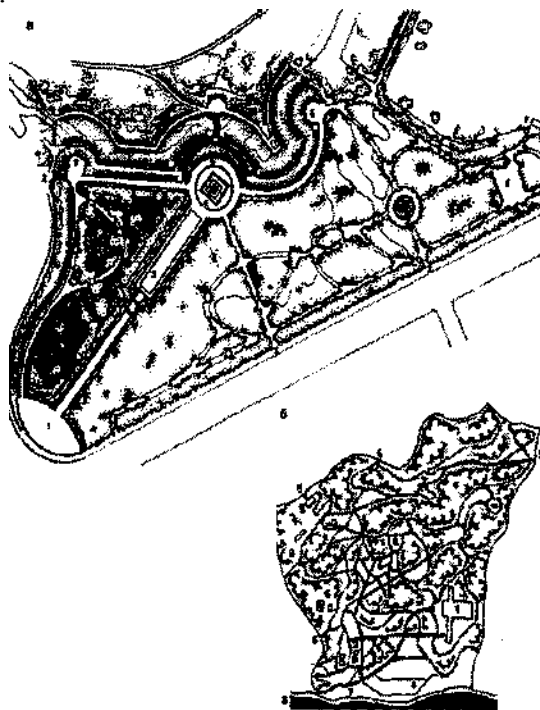


Рис.2. Приклади планувальної організації спеціальних парків

а – меморіальний парк: 1 – головний вхід; 2 – додаткові входи; 3 – алея меморіальних поховань; 4 – обеліск із вогнем слави; 5 – оглядові тераси б – курортний парк у Ялті: 1 – готель «Ялта»; 2 – готель «Масандра»; 3 – кафе; 4 – стоянки автомобілів; 5 – входи до парку; 6 – основні композиційні вузли; 7 – приморська дорога; 8 – пляжна зона

Площу території парків, садів і скверів приймають: для міських парків не менше 15,0 га, парків планувальних районів – 10,0, садів житлових районів – 3,0, скверів – 0,5 га.

У загальному балансі території парків і садів площа озелених територій має бути не менше 70 %. При розміщенні парків максимально зберігають ділянки з існуючими насадженнями і водоймами.

Міські парки за містобудівними та функціональними ознаками поділяють на дві основні групи: багатофункціональні і спеціалізовані.

До *багатофункціональних парків* належать загальноміські та районні парки масового відпочинку.

До *спеціалізованих парків* належать загальноміські та районні парки: спортивні дитячі, меморіальні, виставкові, активного відпочинку і розваг тощо. Існують такі схеми парків: замкнена, осьова, кільцева, кільцева з радіальними алеями, осьова променева, осьова зірчаста, осьова, променева, зірчаста.

Дитячі парки призначені для організації розваг, занять спортом, культурно-освітніх занять, естетичного виховання дітей у природному середовищі. Паркові території для дітей можуть організовуватись як самостійні міські об'єкти або входити до складу багатофункціональних парків, так і у вигляді окремих функціональних зон, розміщуватись у комплексі з будинками творчої роботи з молоддю. Орієнтовні розміри дитячих парків допускається приймати з розрахунку 0,5 м²/люд., включаючи майданчики і спортивні споруди.

Спортивні парки призначені для розміщення комплексів спортивних і фізкультурно-оздоровчих споруд і пристроїв, а також організації відпочинку відвідувачів у благоустроєному природному середовищі. Основні функціональні елементи спортивного парку такі: спортивне ядро з футбольним полем, майданчики для спортивних ігор, закриті спортивні споруди, місця відпочинку в природному середовищі.

Меморіальні парки призначені для організації місць пам'ятних історичних подій, садиб видатних діячів культури, науки, історії для тимчасового пізнавального відпочинку населення. При проектуванні меморіальних парків важливим є збереження рис, особливостей пам'ятного місця і збереження просторового вирішення меморіалу як єдиного архітектурного і ландшафтного комплексу.

Зоологічні парки (сади) призначені для створення експозицій рідкісних, екзотичних і місцевих видів тварин, збереження їхнього генофонду, вивчення дикої фауни та розробки наукових основ її розведення у неволі. На території зоологічних парків виділяють функціональні зони, співвідношення яких становить: експозиційна – 50-80 %; науково-дослідницької роботи – 5-10 %; рекреаційна зі спорудами обслуговування відвідувачів – 25-40 %; господарського призначення – 2-10 %.

Архітектурно-планувальна організація території зоологічного парку базується на створенні єдиної функціональної й архітектурної композиції, яка забезпечує раціональне використання території, доцільної експозиції тварин у природному середовищі.

Ботанічні сади (парки) призначені для збереження, вивчення, акліматизації, розмноження в спеціально створених умовах і ефективного господарського використання рідкісних і типових видів місцевої та світової флори шляхом створення, поповнення та збереження ботанічних колекцій, ведення наукової, навчальної й освітньої роботи.

За розмірами ботанічні сади поділяють на: малі – до 30 га; середні – 30-100 га; великі – 100-300 га та надвеликі – більше 300 га. Для забезпечення необхідного, режиму охорони і ефективного використання території в межах ботанічного саду виділяються зони: експозиційна, наукова, заповідна, адміністративно-господарська.

Ботанічні сади створюються у містах – центрах науки і освіти, промислових центрах, курортних районах, а також у спеціфічних природних умовах. Їх розташовують на землях, які вилучаються з господарського використання. Архітектурно-ландшафтне середовище формується з урахуванням природних і містобудівних умов.

Сквери – це невеликі озеленені ділянки міста (0,5-2,0 га), призначені для короткочасного відпочинку, художньо-декоративного оформлення міських майданів, вулиць, громадських споруд, монументів та ін. За функціональним призначенням сквери поділяють на меморіальні, декоративні, виставкові, транзитні, історико-архітектурні, ігрові тощо.

Виразність архітектурної композиції скверу досягається виділенням одного з елементів ландшафту, як головного – монумента, фонтана, водойми, групи дерев. Архітектурно-планувальне вирішення скверу виконується залежно від його розташування, функціонального призначення, міського оточення, напрямків руху транспорту і відвідувачів.

Бульвари – це озеленені пішохідні дороги, призначені для транзитного руху, тимчасового відпочинку і прогулянок. Розміщення бульвару, його протяжність і ширину визначають з урахуванням архітектурно-планувального вирішення вулиці і її забудови. Залежно від містобудівних умов і типу бульвару його ширина може становити від 10 до 80 м.

Питома вага озелених територій різного призначення у межах забудови міст (рівень озелененості території забудови) повинна бути не менше 40 %, а у межах території житлового району не менше 25 % (включаючи сумарну площу озелененої території мікрорайону). Рівень озеленення структурних елементів зеленої зони міста загального користування може прийматися згідно з показниками, наведеними у табл. .2.

Таблиця 2

Рівень озеленення території загального користування

Структурні елементи зеленої зони міста	Рівень озеленення територій, %
--	--------------------------------

Міські парки	65-80
Дитячі парки	40-55
Спортивні парки	15-30
Меморіальні парки	30-65
Зоологічні сади та парки	15-40
Ботанічні сади	40-70
Сквери	75-85
Бульвари	60-75

Зелені насадження обмеженого користування До цієї групи відносять такі зелені насадження:

- житлових мікрорайонів і кварталів;
- при житлових будинках і присадибних ділянках;
- при клубах, палацах культури;
- при дитячих садках і яслах;
- при школах, коледжах і вищих навчальних закладах;
- при науково-дослідних установах;
- при промислових підприємствах;
- при лікарнях і інших лікувально-профілактичних установах;
- парк при санаторії, будинку відпочинку, учнівському таборі.

Дані насадження виконують естетичні і рекреаційні функції та призначені для короткочасного відпочинку населення, котре певним чином має відношення до закладів, на території яких розташовані озеленені ділянки, рівень озеленення яких наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Рівень озеленення територій обмеженого користування

Структурні елементи зеленої зони міста	Рівень озеленення території, %
Житлові райони	Не менше 25
Ділянки шкіл	45-50
Ділянки дитячих закладів	45-55
Ділянки громадських споруд	40-50
Ділянки культурно-освітніх закладів	40-60
Спортивні споруди	30-50
Заклади охорони здоров'я	55-65

Зелені насадження спеціального призначення До зелених насаджень цієї групи відносять озеленені ділянки, які в першу чергу, виконують певні захисні функції:

- захисні зони при промислових підприємствах (СЗЗ);
- захисні зони від несприятливих природних явищ (посадки що захищають від вітрів, сніжних і піщаних заносів);
- водоохоронні зони-посадки на берегах озер, ставків, водосховищ і річок з метою зменшення випаровування і захисту водойм від забруднення;
- насадження захисно-меліоративного призначення;
- насадження вздовж автомобільних доріг і залізниць;
- протипожежні насадження;
- насадження на кладовищах;
- питомники і квіткові господарства.

Зелені насадження поряд із кліматорегулюючими та ґрунтозахисними функціями є й специфічними живими фільтрами, які очищають повітря. Встановлено, що на 1 м² поверхні листових пластин у середньому затримується 1,5-3 г пилу (табл. 4), а 1,0 га зелених насаджень поглинає з повітря до 8 кг/год. СО₂.

Правильно виконані планування і розміщення озелених зон і водних басейнів при проектуванні розвитку міст забезпечують природний повітрообмін, що сприяє самоочищенню

повітря. Над забудованими кварталами виникають висхідні потоки повітря, що обумовлено акумуляцією сонячного тепла дахами будинків і асфальтованими вулицями. Ці потоки повітря відносять вгору забруднювачі, а над озеленими зонами виникає ни-зхідний потік чистого повітря. У такий спосіб забезпечується оздоровлення мікроклімату міста.

Таблиця 4

Здатність деревних порід затримувати пил

Порода дерев	Площа поверхні листя одного дорослого деревця, м ²	Маса пилу, що затримується 1м ² листя, мг	Маса пилу, який поглинається дорослим деревцем за вегетаційний період, кг
Акація біла	8,0	1209	4,23
Айлант високий	202	1410	24,18
В'яз перистогіллястий	66	4062	18,19
Вербка плакуча	157	8113	37,92
Гледичія триколючкова	140	5130	17,69
Горіх волосський	164	1444	19,03
Гіркокаштан	78	1216	16,31
Клен польовий	171	3551	19,90
Тополя канадська	267	1022	34,12
Ясен зелений	195	1845	29,62
Ясен звичайний	124	1076	27,17

Озеленення прилеглих територій цехів і СЗЗ промислових підприємств відіграє велике значення також для захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу токсичних газів, шуму тощо (табл. 5).

Таблиця 5

Розподіл деревних порід за їх газостійкістю

Ступінь газостійкості порід	Деревні породи та кущі
Стійкі	Лох вузьколистий, дуб звичайний, тополя канадська, верба, яблуня, скумпія, обліпіха, ялівець
Порівняно стійкі	Ясен зелений, айлант, софора японська, акація біла, гледичія, бузок звичайний, вишня магалейська, тополя біла, жимолость татарська, смородина золотиста, клен польовий, тамарикс, акація жовта
Слабостійкі	Тополя пірамідальна, тополя чорна, в'яз, ясен пухнастий, клен ясенелистий, сосна звичайна, амфора японська, клен татарський
Нестійкі	Ясен звичайний, клен-явір, клен гостролистий, липа дрібнолиста, каталька, гіркокаштан, ліщина, ялина європейська, береза плакуча, модрина європейська

Особлива роль належить *зеленим зонам* за межами міст, до складу яких входять ліси і лісопарки. Вони виконують три основні функції: захисну, санітарно-гігієнічну та рекреаційну. *Ліс* – це тип біогеоценозів, рослинний покрив якого сформований з переважанням дерев, що займає площу не менше 0,01 га, із зімкнутістю пологів не менше 30 %, з особливим мікрокліматом біля поверхні і ґрунтовими умовами, що задовольняють вимогам специфічного угруповання організмів, які його населяють.

Лісопарк – обширний природний ліс поблизу крупного міста або усередині нього, пристосований для масового відпочинку, спорту, розваг і задоволення культурних потреб населення.

Міськими є ліси, що знаходяться у адміністративних межах міста.

Сукупність перерахованих територій складає систему зелених насаджень міста. Загальні розміри зелених зон встановлюють залежно від чисельності населення, природно-кліматичної

зони та загальної лісистості території. Формування комплексної зеленої зони міста, її завершеність, наявність чи відсутність деяких структурних елементів залежать від природних умов, особливостей історичного розвитку міста, його розмірів тощо.

5. Тваринний світ міста

Місто є новим середовищем існування тварин, дуже специфічним за своїми умовами. Воно характеризується високою концентрацією різного роду забруднювачів природного середовища (хімічних і фізичних), значною кількістю штучних матеріалів, поганим станом ґрунту і рослинності та великою щільністю людського населення. Це – негативні чинники міського середовища, що перешкоджають розповсюдженню тварин у місті.

З іншого боку, велика кількість доступних харчових ресурсів (у вигляді різного роду складів і сховищ, звалищ) та різноманіття притулків (і зрештою величезна кількість потенційних екологічних ніш) є позитивними чинниками, що роблять місто привабливим для деяких груп тварин. Ще одним чинником поширення певних видів у міському середовищі послужив так званий ефект локального перегріву. У містах тепліше, ніж у прилеглих до них районах, оскільки дороги і будівлі виконані з матеріалів, що абсорбують і зберігають тепло – асфальт, бетон, камінь.

У результаті виникнення і подальшого розростання міст, коли освоюються нові природні території, багато угруповань тварин, що їх населяють, руйнуються, частина видів мігрує в ін. місця, проте деякі види залишаються і поступово пристосовуються до нових умов. В першу чергу такими є найбільш екологічно пластичні тварини, особливо всеїдні, і ті, які швидко адаптуються до міського шуму, його мікроклімату, скупчення людей. Відбувається так звана *синантропізація* – пристосування організмів (у даному випадку тваринних) до існування поблизу людини (у населених пунктах, житлах і т. ін.). В одних випадках синантропізація пов'язана з виникненням нових поведінкових адаптацій (як у більшості птахів-синантропів), у ін. цього не відбувається, оскільки сама людина часом створює умови, близькі до природних, для таких форм тварин (наприклад, павуки в будинках).

Синантропи є першими мешканцями міста – це тварини часто якнайдавніші супутники людських поселень, тісно пов'язані з людиною. Вони мешкають поряд з людиною і концентруються усередині житлових і промислових комплексів (і майже відсутні в ін. біотопах) – блохи, воші, таргани (рудий і чорний), деякі види павуків, сизий голуб, будинковий горобець, сірий щур, будинкова миша. Певною мірою до синантропів можна віднести і домашніх тварин, два види яких (собаки і кішки) є істотними екологічними факторами міста.

Синантропів підрозділяють (за Н. Ф. Реймерсом) на *квартирантів*, що використовують тільки притулки поблизу людини (ластівки, стрижі, шпаки та ін.) і *власне синантропів*, що харчуються в межах житла людини (таргани, клопи постільні, щури й ін.). Види, окремі особини яких живуть поблизу від людини, тоді як основна частина – далеко від нього, називають *частковими синантропами* (качки в містах), а тих, що мешкають поблизу людей короткий час – *тимчасовими синантропами* (шпаки, ластівки й ін. перелітні птахи). Види, що одночасно існують у містах, віддаючи перевагу передмістям, пустирям і парковим зонам, і при цьому можуть існувати і поза містом, називаються *напівсинантропами* (різні види мурашок і ос, комарі, деякі види жувелиць, чубатий жайворонок, польовий горобець, чорний дрізд, сільська ластівка, деякі ворони (ворона, грак), миша польова, полівки, хом'як).

Гемерофобами називають види, які витісняються антропогенними змінами ландшафту у не порушені райони.

Гемеродіафорами називають види, існування яких практично не залежить від антропогенної зміни ландшафту.

Гемерофіли віддають перевагу місцям існування, створеним людиною, використовуючи нові екологічні ніші.

Місцеві види проникають у місто з довколишніх ландшафтів. Центром їх існування є озеленені території. Фауна парків і садів близька до природної і достатньо багата видами, проте велику роль відіграє так званий острівний ефект, який полягає в ізолюваному становищі зелених територій, у зв'язку з чим формується специфічна фауна. Її особливості – зменшення числа видів при віддаленні від крупних зелених масивів, велика чутливість «островів» до

зовнішніх дій, повна відсутність деяких груп видів, що зустрічаються у початкових місцепроживаннях, а також зниження кількості первинних видів (і зростання чисельності видів, що залишилися) при просуванні до центру міста.

Значне число видів міської фауни є занесеними, або *адвентивними*. Саме так в місто потрапили рудий і чорний таргани, жуки-шкіроїди, фараонова мурашка, а зараз відбувається поширення американського таргана. Значно менші сезонні і добові коливання температур, велика кількість теплих приміщень, їжі і води привертає в міста багато південних, у т. ч. середземноморських видів – сонечок, павуків, будинкового цвіркуна.

Занесення відбувається декількома шляхами. Самостійно проникають вже описані місцеві види. Причому значну роль відіграє рельєф місцевості (у гірських районах відбувається поширення уздовж ущелин і схилів), наявність водотоків (розселення водних і довколоводних видів) і крупних шосейних доріг. Особливий мікроклімат сприяє просуванню багатьох степових видів у більш північні міста. Багато павуків-«аеронавтів» ефективно використовують висотні будівлі для розселення і тому зустрічаються практично скрізь.

Дуже велику роль в розповсюдженні чужорідних для певної місцевості видів відіграють могутні потоки речовин, що надходять у місто: з їжею, будівельними й ін. матеріалами, саджанцями, з водою потрапляє величезна кількість різноманітних видів.

Деякі види тільки починають освоювати місто і тому зазвичай не особливо прагнуть сусідства з людиною. До них належать заєць, білка, багато видів кажанів, їжак, кріт, кам'яна куниця, ласка, горностай (два останні види зустрічаються ще дуже рідко), олень, лань, кабани (останні трапляються у приміських лісах). На міських водоймах нерідко зимують і годуються кряк-ви, лисухи, лебеді-шипуні й інші. водні і довколоводні птахи.

Окремий інтерес представляють так звані *епілітні* види – мешканці скельних місцепроживань. Різнманітні міські споруди за структурою поверхні співставні зі скелями і представляють для цих видів придатні умови (будівельний субстрат, тріщини, отвори, їжа, сухий і теплий мікроклімат). До скельних видів належать: різноманітні павуки, багато перетинчастокрилих (одиначні і суспільні оси і бджоли), деякі жужелиці і жуки-стафілініди (мешканці плоских дахів), чубатий жайворонок, чорний дрізд, міська ластівка, стриж.

Найбільш численними у містах є популяції сизих голубів (які надають перевагу гніздуванню на балконах), чорного стрижа, галки, сипухи (віддає перевагу горищам і голубникам). Зустрічаються у містах і досить рідкісні хижі птахи, які зазвичай уникають людини, наприклад, сокіл-сапсан, який будує кубла на високих баштах і будівлях.

Підвальні приміщення за своїми характеристиками схожі з природними печерами, але відрізняються великою кількістю корму і є прекрасною екологічною нішею для багатьох видів павуків, багатоніжок, слимаків, жужелиць, комарів а також гризунів.

Фауна поверхів, житлових і виробничих приміщень вивчена досить добре і в основному представлена синантропами (як правило, таких, що належать до великої групи нахлібників – шкідників матеріалів і харчових продуктів та паразитів людини і домашніх тварин) і налічує більше 300 видів, та власне домашніми тваринами. Для житлових приміщень це всім відомі блохи, воші, клопи, кліщі, таргани, а також фараонова мурашка, чорна садова мурашка, мікромешканці квіткових горщиків і домашніх рослин (попелюхи, ногохвістки), шкіроїди, пухоїди, цукрова лускатниця, міль, мухи, павуки, будинкова миша. Нерідко через каналізацію у квартиру проникає і сірий щур. Для виробничих і побутових приміщень склад фауни істотно залежить від типу матеріалів, що зберігаються (їжа, шкіра, книгосховища і колекції).

Вертикальна структура міської фауни досить складна і різноманітна: від підвальних «печерних комплексів», від внутрішньобудинкових місць проживання, що не мають аналогів у живій природі за мікрокліматом, до стін і дахів, схожих зі скельними ландшафтами. Велику роль відіграє й експозиція зовнішніх стін, що сприяє вселенню теплолюбних видів.

Процес заселення міст тваринами продовжуватиметься і надалі. Проте існують деякі обмеження, що не дають сформуватися повноцінній міській екосистемі. В першу чергу – це поганий стан ґрунтів і рослинності, що є основою будь-якого стійкого біоценозу, а також специфічний мікроклімат у кожному місті.

Для ряду груп стримуючим чинником є конкуренція з боку синантропів (наприклад, щури

можуть стримувати появу польових гризунів, кішки і собаки – хижаків типу куниці і ласки). Крім того, зграї бродячих собак представляють значну загрозу для мешканців приміських лісів і міських парків, у т. ч. для копитних. Зграї граків і ворон, що концентруються довкола антропогенних ландшафтів, розоряють кубла співочих і більш дрібних птахів.

Нарешті, сама людина – лімітуючий фактор при поселенні ряду видів тварин. Тим більш, що переважна більшість видів тваринного світу по відношенню до людини є паразитами і небажаними супутниками людських поселень майбутнього.

На відміну від них види, що проникають у місто з довколишніх біоценозів, дуже привабливі для людини. Тому на сучасному етапі саме вони і є першими кандидатами на вселення у проєктовані екологічно стійкі міста. Проте для створення стійкого міського біоценозу необхідні усі компоненти екосистеми, оскільки навіть багаті антропогенні джерела їжі не можуть повністю замінити природний спектр кормів.

6. Видовий склад міської фауни

Більшість тварин не пристосовані до життя на території міських кварталів або промислових зон. Однак деякі види більш поширені у містах, ніж у природних умовах.

Місто з його будівлями і парками є звичним місцем існування для багатьох тварин. Чисельність і видовий склад деяких тварин часто визначає ступінь екологічного благополуччя того або іншого району урбанізованої території.

Міська фауна самотня і в кількісному, і в якісному відношенні, адже суттєва своєрідність міста полягає у мозаїчності часто абсолютно протилежних за характером місцемешкань. Крім того, численні місця існування міських тварин настільки ізольовані одне від одного спорудами, транспортними шляхами, що їх можна розглядати як острови.

Тваринний світ міст істотно відрізняється від природної фауни: він набагато бідніше за видовою різноманітністю, ніж природні угруповання, тут нерідко переважають абсолютно ін. види, не типові для природних. В той же час фауна усіх великих міст різна, вона визначається географічним положенням останніх, їх розмірами і навіть історичними особливостями, професіями городян та ін. чинниками. Це стосується як міста в цілому, так і окремих місць існування представників урбофауни.

Тваринний світ у містах представляють: ссавці, птахи, земноводні, плазуни, риби, комахи.

Із *ссавців* найбільш поширеними є сірий пацюк, будинкова миша, кіт, собака.

Сірий пацюк проживає в основному у підвалах, нижніх поверхах будинків, у каналізації, тунелях метро, а також на звалищах та смітниках, де накопичується велика кількість харчових відходів. Пацюки відрізняються розумом та кмітливістю, легко адаптуються до умов середовища, що швидко змінюються. Вони наносять велику шкоду людині: поїдають та псують продукти харчування; оселяючись у таких місцях, як смітники і стічні канами, розносять небезпечні інфекції (туляремію, лептоспіроз, трихінельоз, сказ, чуму); руйнують споруди, підземні кабелі і комунікації. Майже 20 % пожеж у містах викликані замиканнями в електричних мережах, спричинених пацюками. За світовою статистикою, сьогодні на кожного жителя міста припадає щонайменше по одному щуру. Регулюванням популяції цього виду займається санітарно-епідеміологічна служба.

Будинкова миша обживає усі поверхи, віддаючи перевагу сухим приміщенням. Вона, як і щур, з давніх-давен живе біля людини і також належить до небезпечних шкідників: псує зерно у зерносховищах, продукти у продовольчих складах і житлових приміщеннях. В будинках, на відміну від щурів, миші селяться на усіх поверхах, але віддають перевагу нижнім і верхнім. Менше всього їх на середніх поверхах, що пов'язано з більш широкими можливостями для улаштування кубел у підвалах і на горищах. Миші також є носіями збудників захворювань, зокрема токсоплазмозу. Значне збільшення чисельності мишей у містах спостерігається з настанням холодів восени.

Характерними мешканцями міст є деякі види *кажанів*. Це нічні тварини, які гніздяться у темних кутках горищ, залізничних мостів, покинутих шахтах, дуплах старих дерев, і, як правило, є нейтральними по відношенню до людини..

Домінуючими популяціями ссавців у містах є *собаки і коти*, як домашні, так і безпритульні.

У містах часто зустрічаються *їжаки, кроти, тхір, ласка*. Усі вони комфортно себе

почувають у міських умовах. *Білку* можна побачити навіть у центрі міста. Пристосувалась до життя в міських умовах *куниця кам'яна*, яка поселяється на горищах старих будинків, *борсук* та ін.

Найбільш розповсюдженими *птахами* міста є сірий ворон, сорока, сизий голуб, будинковий горобець, які складають 70 % усього пташиного населення.

Сірий ворон нині повністю пристосувався до життя у місті: у нього є різноманітні місця харчування, він не боїться міського шуму і людини. Близько 40 % популяції сірого ворона веде осілий спосіб життя. Взимку кількість ворон зростає за рахунок птахів-мігрантів. Чисельність популяції воронових, у т. ч. галок і грачів, може досягати в крупному місті 0,3-1,0 млн. особин.

Сизі голуби ведуть осілий спосіб життя у містах. Основним джерелом, що зумовлює існування голубів, є харчові відходи. Вони небезпечні для здоров'я людини, оскільки від 40 до 90 % птахів заражені орнітозом. На горищах, де гніздяться голуби, розмножуються кліщі, блохи, мухи, моль. Послід голубів спричинює руйнування будівель та архітектурних пам'ятників.

Будинковий горобець – постійний супутник людини у місті з давніх часів. Він знищує комах-шкідників, але разом з тим 12 % птахів заражені токсоплазмозом – паразитарним захворюванням людини і тварин (відомий ланцюжок горобець – кішка – людина).

Хижі птахи міст, особливо соколи, легко адаптуються до міських умов. Наразі їх використовують для охорони аеропортів від ін. пташок, які часто стають причинами аварій літаків.

Із водоплавних птахів найбільш пристосованими до умов міста є качка-ряква. Синиці, дрозди, дятли, трясогузки, ластівки, зяблики, шпаки також виявили високу адаптаційну здатність до умов міста. Деякі з птахів постійно живуть у містах, вважаючи його рідною домівкою – голуби та горобці, а також кільчасті горлиці, сороки та сойки. Інші птахи з'являються у містах тільки у зимовий період. Це снігурі, омелюхи, чечітки і горіхівки. Багатотисячні зграї грачів і галок з настанням зими заповнюють двори, сквери і парки. Також значно збільшується кількість синиць.

Іхтіофауна міста також зазнає значного антропогенного тиску. Побутові і промислові відходи, що потрапляють до водойм, шкодять усім водним організмам, що їх населяють. До видів *риб*, що найчастіше зустрічаються у міських водоймах, належать краснопінка, плотва, жерех, карась, лин, лящ, товстолобик, сом, судак та ін. Споживати рибу, виловлену в межах міста, категорично забороняється, оскільки у їхніх тілах накопичуються важкі метали (плюмбум, арсен, ртуть), нафтопродукти і пестициди.

Земноводні (звичайний і гребінчастий тритони, трав'яна, зелена і озерна жаба, жерлянка червоно пуза й ін.) та *плазуни* (ящірка живородна і прудка, вуж звичайний, веретільниця ламка, гадюка звичайна) у містах збереглися в основному на заповідних територіях; на незабудованих ділянках (пустирі, лісопарки, смуги відчуження вздовж транспортних магістралей); на територіях, що перетворені людиною, але частково зберігають природні риси (парки, сади). У окремих випадках деякі види можуть існувати у сильно перетвореному середовищі (звалища, залізничні насипи). Кількість земноводних і плазунів у містах стрімко зменшується, особливо ящірок, вужів, гадюк, оскільки вони є більш уразливими в міському середовищі, що зумовлюється їх біологічними особливостями.

Ентомофауна міст представлена великою кількістю видів, які розповсюджені у різних, численних місцях існування.

Кімнатна муха є постійним супутником людини, вона не живе поза містом, в умовах дикої природи. Мухи є переносниками хвороботворних бактерій або яєць гельмінтів. Вони здатні переносити більше 100 видів мікробів: сальмонели, стафілококу, кишкової палички та ін. збудників, які спричиняють такі захворювання як холера, дизентерія, гепатит, туберкульоз, поліомієліт. Проте саме личинки мухи знищують величезну кількість відходів, що гниють.

Таргани, особливо рудий та чорний, є типовими синантропами. Вони становлять для людей певну небезпеку: псують продукти харчування, переносять різні хвороби (тиф, холеру, дизентерію, туберкульоз та яйця гельмінтів). Продукти їх життєдіяльності є небезпечним алергеном.

Кома́рі – багаточисельні мешканці міст, вони розповсюджені скрізь: на забруднених

водоймах, на очисних спорудах, у підвалах. У теплих і вологих підвалах комарі розмножуються цілорічно і по вентиляційній системі потрапляють до квартир.

Дуже важливою в містах є роль *перетинчастокрилих*. *Бабки*, *метелики* допомагають підтримувати репродукційний потенціал травостою на пустирях, у парках і скверах, запилюючи багато рослин нижнього ярусу. *Мурахи* та *оси* виконують функцію санітарів, вигодовуюючи своє потомство попередньо убитими або паралізованими комахами. Проте вони надокучають своєю присутністю господарям і розносять деякі види хвороб.

У місті існує багато різних *екосистем*. Всі вони у тій чи іншій мірі залежать від людини та її господарської діяльності. Кількість і видовий склад синантропних тварин є важливим показником екологічного стану міст, якості життя населення. Не коректно поділяти зазначених тварин на корисних і шкідливих. Усе набагато складніше – кожний вид виконує певні функції, у т. ч. й ті, які корисні для людини, зокрема санітарні.

Місцями помешкання деяких представників міської фауни, де сформувалися специфічні міські екосистеми, є: житлові будівлі, двори селітебної зони, приміщення харчової промисловості, транспортні зони, теплиці, кладовища, зоопарки, ботанічні сади парки та пустирі.

ЛЕКЦІЯ 7 ІНФРАСТРУКТУРА МІСТА. МІСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

1. Класифікація інфраструктури, її різновиди.
2. Житлово-комунальне міське господарство.
3. Санітарно-технічне господарство
4. Паливно-енергетичне господарство
5. Транспортне господарство
6. Зелене господарство

1. Класифікація інфраструктури

Поява терміна «інфраструктура» відбулося наприкінці 40-х рр. XX ст. Відомо, що сам термін запозичений з військового лексикону, де він означає комплекс споруд і об'єктів, що забезпечують діяльність збройних сил (склади боєприпасів, озброєння, продовольства і обмундирування, аеродроми, порти тощо). У подальшому це визначення почали використовувати в економічній літературі, у різних сферах економічної діяльності. Наразі цей термін трактується набагато ширше, він охоплює собою обслуговуючі системи виробництва і соціальну сфери. Сьогодні інфраструктура розглядається, як загальна умова виробництва не лише матеріальних продуктів, але й різноманітних, у т. ч. соціальних і адміністративних послуг.

На даний момент термін «інфраструктура» широко вживається, проте існує декілька його визначень.

Інфраструктура (від лат. *infra* – нижче, під і *structura* – будова, розташування) – це сукупність споруд, будівель систем та служб, необхідних для функціонування галузей матеріального виробництва і забезпечення умов життєдіяльності суспільства.

Інфраструктура – це сукупність матеріальних, інституціональних і індивідуальних видів обладнання, наявних у розпорядженні господарських одиниць, що дозволяють при доцільному розміщенні ресурсів забезпечувати повну інтеграцію і високий рівень господарської діяльності.

Інфраструктура – сукупність галузей, що виробляють послуги, необхідні для розвитку економіки, котрі характеризуються тривалістю будівництва і термінів служби певних об'єктів.

Узагальнене визначення терміну таке: *інфраструктура* – це сукупність галузей і видів діяльності, що обслуговують як виробничу, так і невиробничу сфери економіки з метою створення умов для нормальної діяльності головних галузей матеріального виробництва та розвитку продуктивних сил країни. Інфраструктура являє собою комплекс різних галузей господарства, що обслуговують виробництво, сукупність ланок, підприємств і організацій, що входять у ці ланки, і надають виробничі послуги матеріальному виробництву, забезпечуючи економічний обіг у народному господарстві.

Інфраструктура має ряд властивих їй *ознак*:

- є продуктом розвитку продуктивних сил суспільства;
- є результатом процесу виробництва матеріальних благ;
- її зміст визначається внутрішньою економічною єдністю галузей, які її формують, та видів діяльності;
- види діяльності галузей, які формують інфраструктуру, обумовлюються тими функціональними призначеннями або пріоритетами, які складаються у суспільстві.

Інфраструктура покликана створювати умови, необхідні для нормального функціонування діяльності об'єкта (наприклад, певного виробництва, ринку, товарообігу, туризму і т. ін.). *Найбільш істотним значенням* інфраструктури є її роль у створенні загальних передумов відтворювального процесу, зростання суспільного виробництва та прогресу; вона є матеріальною умовою для розміщення і функціонування усього суспільного виробництва, обслуговуючи його і створюючи послуги та ін. блага для нормальної життєдіяльності населення.

Розвиток інфраструктури відбувається в результаті подальшого поглиблення процесу поділу праці, збільшення масштабів виробництва. Наприклад, потреби виробництва та населення, які постійно зростають, сприяють розвитку міст, залізних і шосейних доріг, портів, аеродромів, підприємств і закладів торгівлі, охорони здоров'я, освіти, культури, зон масового відпочинку населення та ін.

У сучасних умовах інфраструктура розглядається як особливий суспільно-ринковий інститут. Вона відіграє ключову роль у формуванні єдиного економічного простору з вільним переміщенням товарів, трудових, матеріальних, фінансових ресурсів на основі правопорядку, що встановлений і підтримується державою.

В залежності від масштабів є інфраструктура:

- підприємства;
- міста;
- галузі;
- країни.

Виокремлюють такі види інфраструктури:

- *інституціональна* (підсистема управління економікою);
- *інноваційна* (обслуговує та забезпечує реалізацію інноваційної діяльності);
- *наукова* (безпосередньо сприяє науковому прогресу);
- *інформаційна* (забезпечує функціонування та розвиток інформаційного середовища);
- *економічна* (комплекс різних галузей і видів діяльності, призначених для обслуговування виробництва і господарства);
- *ринкова* (забезпечує вільний рух товарів і послуг);
- *інженерна* (сукупність систем інженерно-технічного забезпечення будівель і споруд);
- *виробнича* (обслуговує виробництво);
- *транспортна* (комплекс установ і галузей по автомобільних перевезеннях і підтримання в належному стані усіх пов'язаних з ними ін. галузей);
- *соціальна чи невиробнича* (установи і підприємства, які функціонально забезпечують нормальні умови для життєдіяльності населення);
- *екологічна* (необхідна для охорони та покращення навколишнього середовища);
- *туристична* (сукупність установ і підприємств, існування яких спрямоване на задоволення оздоровчих і рекреаційних потреб людей);
- *військова* – комплекс об'єктів і споруд, які входять в основний склад стаціонарних відділів, що є основою для розгортання озброєних сил, ведення військових дій і забезпечення бойової і оперативної підготовки військ.

Основна функція інфраструктури полягає у забезпеченні взаємозв'язків між складовими системи, до яких належать усі її об'єкти та суб'єкти. У сучасних містах інфраструктура відіграє серйозну самостійну роль у розвитку міста.

Інфраструктура міста – це комплекс взаємозв'язаних обслуговуючих структур і об'єктів, які становлять основу функціонування міської системи; комплекс установ і підприємств, які відповідають за своєчасне і нормальне надання послуг населенню у сфері комунальних служб, а також у туристичному, розважальному і торговельному секторах. Інфраструктурою міста є дороги, парки, водосховища, канали, мости, аеродроми, склади, порти, будівлі і споруди обслуговування. Вона включає також зв'язок, транспорт, освіту, науку, охорону здоров'я та ін. Тобто інфраструктура – це набір умов для життєдіяльності мешканців населених пунктів і приїжджих.

2. Житлово-комунальне міське господарство. Місто розвивається не тільки і не стільки як житловий масив, але і як місце зосередження промисловості, енергетичних, транспортних та інших підприємств, що є його складовими.

Міське господарство включає комплекс служб, підприємств, інженерних споруд і мереж, необхідних для задоволення повсякденних побутових, соціально-культурних і комунальних потреб населення. До складу об'єктів міського господарства входять різноманітні споруди, а також підприємства і організації, що їх експлуатують, і які забезпечують функціонування міста як складної соціально-еколого-економічної системи. До них належать мережі водозабезпечення, водовідведення, енерго-, газо- і тепло-забезпечення, зв'язку, благоустрій і санітарне прибирання міської території, міський транспорт, водойми, зелені насадження.

Міське господарство - це сукупність усіх елементів, що забезпечують життєдіяльність міста, його промислового потенціалу і населення. Чим більше місто, тим складніша система організації його господарства і тим більше від нього залежить життєзабезпечення городян. Однією із

головних задач міського господарства є створення сприятливої екологічної обстановки в населеному пункті.

Житлово-комунальне господарство (ЖКГ) - це сукупність галузей, що забезпечують життя і роботу населення країни в нормальних умовах, матеріально-культурні і побутові потреби населення міст і селищ міського типу, а також постачання підприємств і галузей народного господарства необхідними ресурсами води, газу, тепла й електроенергії.

ЖКГ здійснює свою діяльність у межах населених пунктів і являє собою єдиний взаємofункціонуючий комплекс інфраструктури міста. Інженерні споруди і виробничі потужності підприємств ЖКГ залежать від розміру і типу населеного пункту.

Система ЖКГ представлена виробниками і споживачами житлово-комунальних послуг. Це - складна і багатогалузева інженерна система підприємств міського господарства, що охоплює більше 20 видів діяльності. У виробничому процесі цієї галузі найбільшу питому вагу складає діяльність з експлуатації житлових фондів (до 80 % загального об'єму).

Основні складові ЖКГ наступні.

Житлове господарство:

- житловий громадській фонд: житлові будинки, що належать громадянам на правах особистої власності;
- державний житловий фонд;
- нежитловий фонд: готелі, торговельні заклади та ін. нежитлові приміщення, що знаходяться у житлових будинках.

Комунальні підприємства:

- санітарно-технічні: водопостачання і водовідведення (каналізація), житлово-експлуатаційні, підприємства з прибирання територій населених місць та санітарної очистки домоволодінь, пральні, лазні, перукарні, купально-плавальні споруди;
- енергетичні: комунальні електростанції, теплоелектроцентралі, газові заводи, які обслуговують населені пункти; електричні, газові і теплофікаційні розподільні мережі; котельні;
- підприємства, що забезпечують функціонування міського пасажирського громадського транспорту: автобус, тролейбус, трамвай, таксі, метрополітен, фунікулер, канатні дороги, водний транспорт місцевого призначення.

Споруди загальноміського благоустрою:

- дороги, тротуари, мости і шляхопроводи, підземні та наземні транспортні, пішохідні переходи та естакади, споруди і мережі зливової (водостічної) каналізації, набережні, різні гідротехнічні споруди, призначені для запобігання зсувам і затоплення територій, їх осушення, берегоукріплення;
- наземні і підземні комунікації.
- освітлення вулиць і площ;
- зелені насадження (парки, бульвари, сквери, тощо).

До комунального господарства входять також служби землекористування, інвентаризації будівель, споруд і мереж, ремонтно-експлуатаційні організації, які обслуговують житловий фонд, цвинтарі, що надають ритуальні послуги та ін. У сферу діяльності комунального господарства входить й експлуатація і утримання житлового фонду, з якими органічно пов'язані комунальні підприємства і служби зовнішнього благоустрою населених місць. До складу комунального господарства входять і різні допоміжні підприємства: по видобуванню та виробництву будівельних матеріалів, ремонтно-будівельні та ін. підприємства, що обслуговують відповідні галузі комунального господарства.

Відмінною особливістю ЖКГ є те, що його галузі, підгалузі, об'єднання і підприємства вирішують складний комплекс виробничих завдань, забезпечуючи ефективне функціонування народного господарства. ЖКГ виконує важливу соціально-економічну функцію, надаючи мешканцям побутові послуги, які в сукупності створюють комфортні умови для життя населення, забезпечуючи йому збереження здоров'я, працездатність, належний фізичний, культурний та інтелектуальний розвиток.

3. Санітарно-технічне господарство

Санітарно-технічне господарство включає: водоканали (підприємства, які забезпечують потреби населення міст і селищ міського типу питною водою, здійснюють збирання і очистку стічних вод та експлуатацію водопровідно-каналізаційних мереж), лазні, пральні, перукарні, підприємства з прибирання території міста й очищення будинків та ін.

Водопостачання (про яке викладено у розділі 5) забезпечує цілодобову подачу води населенню і промисловим підприємствам у необхідній кількості і такої якості, що відповідає вимогам державного стандарту.

Каналізація. Забезпечення належного санітарного стану населених пунктів і промислових підприємств можливе тільки при організованому зборі та своєчасному видаленні за межі їх території стічних вод із наступним очищенням та знезаражуванням. Про систему каналізації населеного пункту, склад і призначення очисних споруд викладено у розділі 5.

Банно-пральне господарство. До комунальних підприємств, що обслуговують населення, відносять пральні, лазні, салони з різноманітними косметичними процедурами і послугами.

Пральні забезпечують населення і промислові підприємства такими послугами:

- чистка килимових виробів (килими, доріжки, паласи, чохли);
- прання змішаної білизни середньої забрудненості, особливо забрудненої білизни (спецодяг, білизна лікарень, їдалень, ресторанів), шовкових, вовняних речей (ковдри, штори, пледи);
- крохмалення білизни;
- ароматизація білизни;
- прасування білизни.

Пральні можуть бути механізованими та напівмеханізованими. Процес обробки білизни у комунальних пральнях складається з сортування, прання, віджиму, сушіння, прасування, складання і транспортування клієнтам.

Банне господарство забезпечує використання населенням різних типів лазень, таких як:

- російські – з високою температурою вологого повітря (60 °C);
- фінські – сауни з високою температурою сухого повітря і охолоджувальними басейнами;
- бані комбінованого типу, що включають, окрім російських бань, ванно-душові відділення, а іноді і басейни;
- літні душові павільйони;
- санітарно-пропускні для миття людей з одночасною дезінфекцією та дезінсекцією.

Перукарні і косметичні салони надають такі види послуг:

- манікюр, педикюр;
- декоративний макіяж;
- фарбування та корекція вій і брів;
- стрижки модельні, жіночі, чоловічі, дитячі; хімічна завивка, мелірування тощо;
- різні види масажу: гігієнічний для шиї і обличчя, масаж рук і стопи ніг;
- солярій тощо.

Прибирання міських територій. Санітарне прибирання міських територій сприяє зменшенню забруднення зливових вод, зменшує забрудненість повітряного басейну, покращує загальну екологічну обстановку в містах.

Важливе місце у санітарному благоустрої і чистоті міст належить прибиранню міських вулиць (проїжджої частини, тротуарів і внутрішньо-квартальних територій), майданів, проїздів, місць громадського користування (парки, сквери), територій житлових районів і мікрорайонів. Воно здійснюється цілодобово і поділяється на літнє і зимове.

Літнє прибирання міських територій включає підмітання, поливання та миття проїжджих частин вулиць і тротуарів. Характер, частота і терміни виконання робіт визначаються в залежності від категорії вулиць і їх значимості, а також від інтенсивності руху транспорту і пішоходів, забрудненості проїжджої частини і погодних умов. У літній період з проїжджих частин і тротуарів видаляється пил, бруд, листя, прибирається вуличне сміття, яке отримало назву *змету*, очищаються водостічні колодязі. Норми накопичення вуличного змету приймаються залежно від типу покриття.

Об'ємна маса вуличного змету становить 0,7-0,8 т/м³. Середньорічну кількість змету визначають за формулою:

$$Q_p = P_p \cdot m, \quad (11.1)$$

де: Q_p - середньорічна кількість змету, м³;

P_p - річна норма накопичення змету, м³/м²; m - площа покриття, м².

Добове накопичення змету визначають, як:

$$Q_d = Q_p / 365 \cdot k, \quad (11.2)$$

де: Q_d - добове накопичення змету, м³;

Q_p - середньорічне накопичення змету, м³; k - коефіцієнт нерівномірності накопичення, який приймають рівним 1,5-2.

Допустима гранична засміченість лоткової частини на відстані 0,5 м від бортового каменя становить не більше:

- для доріг з інтенсивним рухом - 30 г/м²;
- для доріг в житлових районах з невеликим рухом - 50 г/м²;
- для другорядних проїздів - 80 г/м².

Порівняно з літнім прибиранням зимове значно ускладнюється завірюхами, снігопадами і ожеледицею. У цей період робота по експлуатації доріг, поряд з чистотою, вимагає забезпечення безперервного, безпечного і зручного руху транспорту і пішоходів. Зимове прибирання поділяють на регулярне – у період між снігопадами і періодичне – під час і після снігопаду.

При розрахунку необхідної кількості механізмів для прибирання враховують ступінь ущільнення снігу, від чого залежить його об'ємна маса, яка становить: для снігу, який щойно випав – 0,1 т/м³, снігу, що пролежав у валах – 0,4 т/м³, сколу з вулиць – 0,7 т/м³. Для орієнтовних розрахунків приймають об'ємну масу снігу 0,35 т/м³.

Найбільш ефективною формою боротьби зі сніжно-льодовими утвореннями на дорогах є комплексне застосування засобів механізації. У пісок для посипання (без каміння і вмістом глини не більше 3 %) додають 6-8 % (за масою) хлориду натрію. Це забезпечує достатньо високу ефективність суміші під час снігоочищення і боротьби з ожеледицею і не дозволяє змерзатися піску при його зберіганні на відкритих майданчиках.

Пісок, змішаний з хлоридом натрію, розсипають на горизонтальних ділянках доріг залежно від температури повітря: до -6°C – 120 г/м², нижче -6°C – 240 г/м².

Технологічний процес прибирання залежить від типу дорожніх покриттів. Так, наприклад, удосконалені покриття (асфальтні, цементно-бетонні й ін.) дозволяють механізувати всі основні процеси їх прибирання.

Підмітання здійснюють підмітально-прибиральними машинами. Цей процес складається із підмітання, збору сміття і його видалення у місцях розвантажування бункера машини. На сучасних підмітально-прибиральних машинах відокремлення пилу і бруду від поверхні доріг відбувається механічним шляхом з використанням щіток із капрону, а транспортування змету в бункер здійснюються механічними або пневматичними пристроями. Після проходження таких машин у лотку вулиці залишається 4-5 г/м² сміття, що у 5-8 раз менше допустимої засміченості.

Найбільше застосування у конструкціях робочих органів тротуаро-прибиральних машин знайшов пневмомеханічний спосіб, який поєднує у собі щіткові пристрої і вакуумно-пневматичне знепилювання. Ці машини забезпечують високий санітарно-гігієнічний ефект (коефіцієнт ефективності підмітальних робіт – 90-95 %).

Змет видаляється зливом його у лотки вулиць і далі – у приймальні колодязі водостічної системи міста.

Мийку вулиць і доріг здійснюють поливомийними машинами. Ефективність і якість мийки залежить від швидкості струменя і витрати води. Дорожні покриття мийуть, як правило, тільки при удосконалених покриттях. Нормами встановлена витрата води при мийці: проїжджій частині 0,8-1 л/м², лотків 1,6-2 л/м², тиск струменя води 3-5 МПа.

Проїжджій частині доріг, майданів, вулиць і інженерних споруд мийуть у нічний час. На магістральних вулицях з інтенсивністю руху більше 1000 авт./год. проїзну частину і лотки мийуть один раз на добу. При інтенсивності руху транспорту менше 1000 авт./год. проїзна частина і лотки вулиці мийуться один раз у дві доби. Поливомийні машини можуть використовуватись для поливання зелених насаджень. Машини обладнуються цистернами для

води ємністю 4-10 тис. л і більше, насосною системою, трубопроводами і насадками для подачі води. У зимовий час по-ливомієчні машини використовують для зимового прибирання шляхом кріплення на них зйомного снігоочисного обладнання.

Водостічні колодязі для забезпечення водовідведення підлягають періодичному очищенню. Очищають їх механізованим способом за допомогою насосів в обов'язковому порядку один раз навесні, а потім у разі накопичення бруду і намулу – від двох до чотирьох разів за сезон.

З санітарним прибиранням безпосередньо пов'язане своєчасне видалення твердих побутових відходів (ТПВ).

4. Паливно-енергетичне господарство

До складу *паливно-енергетичного господарства*, як галузі комунальної енергетики, входять підприємства і організації, що забезпечують електроенергією, газом, теплом населення міста, промисловість та ін. споживачів.

Електропостачання

Забезпечення споживачів електроенергією здійснюється тепловими електростанціями (ТЕС), гідроелектростанціями (ГЕС). Нині найбільш перспективною є атомна енергетика, частка якої постійно збільшується.

Головними споживачами електроенергії є міста – їх електроспоживання складає майже 80 % загального споживання електроенергії в країні. На комунально-побутові потреби у містах використовується близько 20 % витраченої електроенергії, решта припадає на промислові підприємства.

Споживання електроенергії на комунально-побутові потреби характеризується достатньо високими показниками. Електроспоживання для побутових потреб збільшилося головним чином за рахунок застосування енергоємних приладів: побутових кондиціонерів, гладильних і посудомийних машин, камер глибокого заморожування й ін. Згідно прогнозів, споживання електроенергії досягне у житлових будинках з кухонними електроплитами більше 2000 кВт·год./рік на одну квартиру.

Для споживачів, розташованих на території міста, передбачена система електропостачання як сукупність трансформаторних підстанцій і електричних мереж різної напруги.

Загальну систему електропостачання поділяють на дві частини. До першої відносять електричні мережі та знижуючі підстанції 35-110 кВ. Сукупність цих мереж називається *електропостачальними мережами*. Мережі електропостачання призначені для розподілу енергії між районами міста і для передачі електроенергії від електричних станцій до споживачів.

До другої частини системи електропостачання відносять мережі живлення 10 (6) кВ та мережі розподілу 10-0,38 кВ. Ця частина системи електропостачання призначена для розподілу енергії безпосередньо серед споживачів.

Електричні мережі *класифікують*:

- згідно виду струму;
- за величиною номінальної напруги;
- за конструктивним виконанням;
- за розташуванням;
- за конфігурацією;
- за ступенем резервованості;
- згідно виконуваних функцій;
- за видом споживачів;
- за призначенням.

Освітлення міських територій

Освітлення міст – одна з найважливіших задач сучасного інженерного благоустрою міських територій, що передбачає створення необхідної освітленості і яскравості за допомогою джерел світла, підібраних і встановлених на різних за своїм призначенням елементах міської території.

На міських вулицях і майданах освітлення забезпечує безпеку руху транспорту і пішоходів; освітлення територій мікрорайонів дозволяє у вечірній час користуватися тротуарами, пішохідними доріжками, проїздами, садами; освітлення міських парків, садів, бульварів і скверів

допомагає не тільки створити елементарні зручності, але й сприятливі умови для вечірніх прогулянок у оточенні освітлених дерев, чагарників і квітів.

Важлива роль у художньо-естетичному і психологічному відношенні відводиться архітектурно-декоративному освітленню, створенню особливого обрису вечірнього міста. Значна увага приділяється освітленню найбільш цікавих з архітектурної точки зору ансамблів і домінант, які надають місту виразність.

Прилади і пристрої штучного освітлення наразі виступають як малі архітектурні форми міського благоустрою. У місті розрізняють такі види постійних освітлювальних установок:

- для вуличного освітлення (забезпечення освітленості, необхідної для безпеки руху транспорту, пішоходів);
- для архітектурно-художнього освітлення (створення світлової архітектури міста у вечірні години з виявленням найбільш цінних, з точки зору історичного та художнього аспектів, будівель, пам'ятників, водограїв і т. ін., а також цілих комплексів);
- для рекламного освітлення (інформація для населення про торгівельні, побутові і культурні новації, оформлення вітрин магазинів, кіосків і т. ін.);
- для світлових сигналів (показники для транспорту і пішоходів напрямів руху, місць зупинок, стоянок, переходів і т. ін.).

Усі види установок працюють у взаємодії одна з одною. При цьому враховуються яскравість дорожніх покриттів вулиць, майданів і тротуарів, яскравість вітрин, світлових реклам і світильників, освітлених пам'ятників і водограїв, а також ступінь блиску, який виникає у полі зору людини.

Для підсилення художньо-світлового оформлення у святкові дні встановлюється тимчасове ілюмінаційне освітлення.

Газопостачання

У паливно-енергетичному забезпеченні міст продовжує зростати частка газу, як виду палива.

Джерелами газопостачання міст і промислових районів слугують родовища природного газу і газові заводи, на яких із твердих видів палива отримують штучні гази. Найбільш широке застосування отримав природний газ, який буває трьох видів:

- газ, який видобувають із газових родовищ;
- газ, який виділяється із свердловин нафтових родовищ разом з нафтою (так званий супутній);
- газ, який видобувають із конденсатних родовищ (суміш сухого газу і парів важких вуглеводнів).

Штучний газ отримують при термічній обробці твердих видів палива, головним чином кам'яного вугілля.

Для газозабезпечення міст найбільш вигідно застосовувати природний газ. Його перевага перед іншими видами палива полягає у дешевизні, у більшій теплоті згорання, високій транспортності (передача трубами на великі відстані).

Проекти газопостачання областей, районів, міст і селищ розробляють на основі схем і проектів районних планувань, генеральних планів міст, селищ і сільських населених пунктів з обов'язковим врахуванням їх розвитку на перспективу.

Споживання газу у містах поділяють на такі групи:

- побутове (для приготування їжі і гарячого водозабезпечення);
- комунально-побутове (споживання у будинках сфери обслуговування і громадських спорудах);
- на опалення і вентиляцію споруд;
- промислове.

Системи газифікації представляють собою комплекс магістральних газопроводів, підземних газосховищ і кільцевих газопроводів, які забезпечують надійне газопостачання районів. Система газопостачання великого міста – це мережі різного тиску у поєднанні з газосховищами і необхідними спорудами, які забезпечують транспортування і розподіл газу.

Газопостачання міст визначається витратами на промислові і житлово-комунальні потреби, причому останні постійно зростають. Проте газ, який подають у місто, направляється в основ-

ному на промислові підприємства (85 % природного газу використовується промисловістю, як паливо). Природний газ є ще й сировиною для хімічної промисловості – з виробництва мінеральних добрив, синтетичного каучуку, спирту, пластмас, ацетилену й ін. цінної продукції.

Теплопостачання

Теплова енергія є одним з основних видів енергії, що споживає людство. Вона забезпечує роботу і розвиток промислового та сільськогосподарського виробництва, створює сприятливі умови для життя і діяльності людей.

Теплопостачання міст передбачає забезпечення теплом житлово-комунальних і промислових споживачів. Тепло витрачається на опалення будинків, гаряче водопостачання, вентиляцію і кондиціювання повітря (його підігрівання у системах вентиляції будівель), на технологічні потреби промислових підприємств. У місті на житлово-комунальні потреби витрачається до 40 % загального теплоспоживання. Споживання тепла у місті залежить від кліматичних умов, ступеня благоустрою, поверхів забудови, об'єму споруд. Наприклад, у зв'язку з холодним кліматом на більшій частині території України витрата палива на виробництво теплоти для опалення, гарячого водопостачання та нагріву повітря у житлових будівлях дуже велика – приблизно 30 % від усього видобутого твердого та газоподібного палива.

Забезпечення теплом систем опалення, вентиляції, кондиціювання повітря і гарячого водопостачання будівель являє собою сукупність трьох взаємопов'язаних процесів: підготовка теплоносія, його транспортування і використання теплового потенціалу теплоносія.

Система теплозабезпечення складається з трьох ланок: джерела тепла, систем теплопостачання з нагрівними приладами і теплової мережі та споживача.

Джерелами теплопостачання житлового та нежитлового громадського фонду і деяких невеликих приватних підприємств у містах і селищах є теплоелектроцентралі (ТЕЦ) та котельні.

Котельні – це комплекс пристроїв і агрегатів, призначених для одержання пари або гарячої води за рахунок спалювання палива або використання ін. джерел теплоти. Сучасна котельня складається з котельного агрегату і допоміжного обладнання, що служить для підготовки і подавання палива, води та повітря; видалення і очищення димових газів; видалення золи і шлаку (при спалюванні твердого палива) тощо.

У більшості міст та населених пунктів для комунальних потреб, як правило використовують гарячу воду, – для її виробництва застосовують водогрійні котли, які переважно працюють на газу.

Нині у містах головним чином застосовується централізоване теплопостачання, яке забезпечує високий рівень інженерного благоустрою. У першу чергу воно отримує розвиток у містах і районах з переважно багатоповерховою забудовою. У Києві, наприклад, централізоване теплопостачання задовольняє більше 80 % теплових потреб усіх житлових будівель.

Централізоване теплопостачання забезпечує мікрорайон теплом і гарячою водою. Від вуличних магістральних теплових мереж з температурою води 150°C робиться ввід у мікрорайон до центрального теплового пункту (ЦТП), на якому за допомогою швидкісних бойлерів отримують гарячу воду ($t = 70^{\circ}\text{C}$) для гарячого водопостачання. Кількість ЦТП залежить від житлової площі. Розташовуються вони у центрах теплових навантажень у самотійних, окремо розташованих будівлях.

5. Транспортне господарство

Транспортний комплекс є важливою складовою економіки будь-якої країни, він має повністю та своєчасно задовольняти як загальнодержавні потреби, так і потреби населення у перевезеннях, поліпшувати господарські зв'язки між різними територіально-адміністративними одиницями країни.

Міський транспорт і міський рух

Умови життя у місті залежать від того, наскільки ефективно налагоджене у ньому транспортне обслуговування. У житті сучасного міста велике значення мають пересування міського населення, а також перевезення вантажів, пов'язаних з роботою міських промислових і торговельних підприємств, і вантажів, які надходять на адресу окремих мешканців міста. Пересування людей здійснюється різними способами:

- пішки;
- з використанням міського громадського маршрутизованого транспорту: метрополітену, трамвая, тролейбуса, автобуса й ін.;
- з використанням індивідуального транспорту.

У сучасних містах організована ефективна система загальноміського транспорту.

Транспортні одиниці – це машини і автомобілі, які, залежно від призначення, поділяють на:

- пасажирський транспорт, який включає автомобілі, автобуси, трамваї, тролейбуси, метрополітен, електропоїзди, водний і монорельсовий наземний транспорт;
- транспорт, який використовується для вантажоперевезень; його поділяють на внутрішньоміський (вантажні автомобілі, спеціальні тролейбуси і трамваї) і регіональний – вантажні машини, потяги, літаки і вертольоти, водні судна;
- спеціальний транспорт – санітарно-технічні, аварійні і комунальні автомобілі, машини швидкої медичної допомоги, пожежні тощо.

До міського транспорту належать автобуси, трамваї, тролейбуси, метрополітен, таксі.

Перевагою *автобусів* є їх повна автономність, вони можуть рухатися за будь-яким маршрутом при нормальному шляховому покритті. Однак недоліками автобусного транспорту є забруднення повітря вихлопними газами.

Електротранспорт функціонує у багатьох містах України. Трамваї і тролейбуси отримують електроенергію від енергосистем, що обумовлює великий ККД цього виду транспорту. Функціонування міського електротранспорту супроводжується тільки підвищенням вторинним пилінням. Недоліком цього виду транспорту є неавтономність пересувного складу, що завжди пов'язана з системою електропостачання. Окрім того, трамвайні лінії є джерелом блукаючих струмів, котрі викликають корозію підземних металевих споруд.

Із сучасних видів міського громадського транспорту найбільш потужним за своєю перевізною здатністю і досконалим за своїми технічними показниками – швидкість сполучення, регулярність, надійність і безпека руху, є *метрополітен*. Його прокладають під землею – у тунелях і над землею – на естакадах. З точки зору санітарно-гігієнічних умов і загальної панорами міста, тунельний варіант має переваги: відсутність шуму, зтрушування, загромадження денної поверхні міської території.

Метрополітени споруджують у великих містах з населенням понад 1,0 млн. чоловік. Станції метрополітену розташовують у місцях утворення найбільш значних пасажиропотоків (залізничні вокзали, великі промислові підприємства, загальноміський і районні центри міста, стадіони, парки культури і відпочинку то-що). Відстань між станціями становить 600-800 м; при проходженні лінії метрополітену через слабозабудовану або зовсім не забудовану житлом територію ці відстані можуть бути збільшені до 1,5 км і більше.

6. Зелене господарство

Важлива роль у формуванні екологічно сприятливого міського середовища належить зеленим насадженням. У містах України їх площа займає від 15-20 % до 50-60 % міської території.

Міське зелене господарство включає три галузі:

- зелене будівництво – створення нових зелених об'єктів, реконструкція і капітальний ремонт існуючих об'єктів;
- експлуатація, нагляд та утримання зелених насаджень, що є важливою частиною загальної системи благоустрою міста;
- вирощування посадкового матеріалу для озеленення міста. *Озеленення міста* – це складна система заходів, яка спрямована на формування структури зелених насаджень міста, посадку дерев і квітників, догляд за хворими та аварійними деревами, забезпечення використання зелених насаджень міським населенням для рекреації і оздоровлення.

Озеленені території – це існуючі масиви посадок дерев і кущів, газонні поверхні, квітково-декоративне оздоблення, які виконують санітарно-гігієнічну, містобудівну, функціональну і естетичну роль у процесі функціонування поселень. Міські озеленені площі являють собою посадки чотирьох типів: газони, що складають 70 % площі, відведеної під насадження; дерева займають близько 9 % площі; кущі – до 6 %; квіти – 1 %. На озелених площах розташовані

садові форми і майданчики, які займають 14 % озелененої площі.

Озеленені території міста класифікують за двома ознаками: територіальною і функціональною. У свою чергу за територіальною ознакою зелені насадження поділяють на дві групи: внутрішньоміські і позаміські зелені насадження.

Внутрішньоміські зелені насадження складаються з об'єктів озеленення (дерев, кущів, квітів), розташованих у межах житлової та промислової забудови. Вони займають незначні штучно створені ділянки, які досить різноманітні. Це – парки культури і відпочинку, гідропарки, зоопарки, бульвари, сквери тощо.

Співвідношення забудови до внутрішньоміських зелених насаджень має становити не менше 50 %, а у великих промислових центрах, де спостерігається значне забруднення об'єктів навколишнього середовища – на 10-15 % вищим.

До *позаміської* групи відносять зелені насадження, які знаходяться поза житловими та промисловими забудовами міста, незалежно від того, входять вони у адміністративні межі міста чи ні, і формуються на основі використання рослинності, притаманної даній місцевості.

У сукупності внутрішньоміські та позаміські групи насаджень створюють *зелену зону міста*.

Головні завдання озеленення, як галузі міського господарства, полягають у вирішенні трьох головних завдань:

- охорона і консервація існуючих садів і парків;
- формування новостворених садово-паркових об'єктів;
- рекультивація деастрованих ландшафтів.

Їх вирішення представлено чотирма напрямками: утилітарним, природоохоронним, архітектурно-ландшафтним і консерваторським.

Утилітарний напрямок – створення масових насаджень на колишніх неугіддях, деастрованих землях, санітарно-захисних зонах підприємств тощо.

Природоохоронний напрямок пов'язаний з цільовою охороною окремих пам'яток природи і садово-паркового мистецтва, які належать до системи міського озеленення, а також усього зеленого покриву міста і його природної зони.

Архітектурно-ландшафтний напрямок заснований на ідеї формування міст-садів, тобто ідеї створення культурного садово-паркового ландшафту. Його формування інтегрально сполучене з природними властивостями середовища, у якому він створюється, а також з діяльністю людини: житлом, роботою, відпочинком.

Консерваторський напрямок у середині ХХ ст. став особливо важливим, оскільки сади і парки минулих століть перебували у стані деструкції деревного пологів і зниження життєвості та стабільності усього рослинного матеріалу.

Принципи розташування зелених насаджень

Розташування у плані міста різних категорій насаджень знаходиться у залежності від того, яку функцію виконують насадження тієї або ін. категорії, а також від природних умов і містобудівної ситуації. Як зазначалось, існують насадження загального користування, обмеженого користування і спеціального призначення. У одних випадках рослинність призначена для створення більш здорових умов відпочинку міського населення, в ін. – для захисту міста від сильних вітрів або житлових районів від викидів промислових підприємств, у третіх – для покращення мікрокліматичних умов, у четвертих – для оздоблення міських вулиць, майданів і кварталів. Часто рослинність на певній ділянці одночасно виконує низку функцій. Так, посадки на вулицях захищають пішоходів від пилу, перегрівання сонячними променями, шуму і, крім того, мають велике естетичне значення. Проте залежно, від місцевих умов, одне із цільових призначень насаджень є головним, а решта – додатковими.

Розташування насаджень спеціального призначення повністю залежить від їх цільового використання. Якщо, наприклад, мова йде про захисні зони при промислових підприємствах, то розташування зон визначають положенням цих підприємств у плані міста і такими природними факторами, як рельєф і напрям превалюючих вітрів.

При улаштуванні насаджень обмеженого користування в першу чергу враховують розташування установ, при яких створюються насадження, що визначається комплексом планувальних, економічних, екологічних та ін. умов. Так, за наявності у місті промисловості

враховують розміри території, необхідної для даного підприємства, його потреби у залізничному транспорті, воді, енергії і т. ін.

Розташування у місті міських насаджень загального користування відповідає певним вимогам: насадження цих категорій рівномірно розподіляють у плані міста; кожний міський район у однаковій мірі забезпечується насадженнями, а відстань від житлової забудови до них не повинна утрудняти повсякденне користування ними. Нормами передбачаються такі відстані від житлової забудови до:

- міських парків – 2-3 км;
- районних парків – 1,5-2 км;
- садів житлових районів – 1-1,5 км;
- садів мікрорайонів – 0,3-0,5 км.

У відповідності з цими нормами відстаней від житлової забудови до зелених насаджень і згідно функціонального призначення їх різноманітних категорій при виборі ділянок для насаджень загального користування і спеціального призначення керуються такими основними положеннями:

- насадження загального користування усередині міста розташовують рівномірно по окремих районах пропорційно чисельності населення у кожному із них на такій відстані від житлової забудови, яка дозволяє усьому населенню щоденно користуватися ними за мінімальної витрати часу на пересування;
- насадження обмеженого користування усередині і поза містом розташовують у відповідності з місцезнаходженням установ, при яких вони улаштовуються;
- насадження спеціального призначення усередині і поза містом розташовують залежно від їх цільового призначення і місцевих умов: захисні зони – між промисловими підприємствами і житловими районами; вітрозахисні зони – зі сторони превалюючих вітрів; водоохоронні – навколо водойм; ґрунтозахисні – на схилах, які піддаються розмиванню і зсувам;
- лісопарки і зони масового відпочинку організовують на територіях з особливо сприятливими природними умовами (високоякісна рослинність, наявність водойм, пересічений рельєф) при можливості організації транспортного зв'язку з містом;
- міські насадження усіх категорій розташовують з максимальним використанням існуючої рослинності і водойм;
- міські насадження усіх категорій розташовують таким чином, щоб склалась єдина система, у якій зелені масиви усередині міста були б пов'язані між собою і з зовнішнім зеленим поясом озелененими магістралями;
- при вирішенні системи озеленення особливу увагу звертають на місцеві природні особливості; напрям панівних вітрів (з урахуванням рельєфу місцевості); розташування і характер існуючих водойм; ґрунтові характеристики різних міських територій; гідрогеологічні умови (РГВ, заболоченість, затоплення паводковими водами тощо).

Узагальнення і аналіз містобудівного досвіду у створенні систем насаджень міст дає змогу окреслити *принципову схему* насаджень великих і середніх міст. Місто включає декілька промислових і житлових районів. Промислові райони відокремлені від житлових районів міста спеціальними захисними зонами або озелененими магістралями. Житлові райони розділяються магістралями, уздовж яких створюються потужні зелені смуги і бульвари, які дотикаються до меж мікрорайонів. У центрах мікрорайонів розташовані мікрорайонні сади, а у межах певного радіуса доступності у житлових районах розташовані районні і дитячі парки. Центральний міський парк, центральний спортивний парк і ботанічний або зоологічний парк, тобто загальноміські масиви, розташовані на березі водойми приблизно у центрі відносно до житлового району. Внутрішньоміська система озеленення доповнюється лісопарковим поясом, у якому знаходяться зони масового відпочинку, санаторії, будинки відпочинку і дитячі табори. Така схема забезпечує доступ до насаджень усіх категорій, рівномірну насиченість районів міста насадженнями загального користування, належну ізоляцію магістралей і житлових районів від промисловості. Ця схема досить гнучка що дає можливість застосовувати її у різних планувальних ситуаціях.

Зелені насадження у житлових мікрорайонах і кварталах

Система озеленення житлового району складається з таких елементів:

- районний парк;
- озеленення магістралей і вулиць загальноміського і районного значення (бульвари, захисні і декоративні посадки);
- озеленення громадського центра району (сквери і зелені ділянки окремих громадських установ);
- захисні зони, які відокремлюють житловий район від промисловості, залізниць, а також ін. житлових районів;
- озеленення берегів водойм, різного роду незручних земель (ярів, крутих схилів і т. ін.).

До складу *озеленої частини* мікрорайону і кварталу входять сад, насадження на ділянках біля окремих житлових будівель або групи будівель (у т. ч. озеленені відступи від меж мікрорайону перед окремими будівлями), захисні посадки на межі мікрорайону вздовж внутрішньомікрорайонних проїздів і навколо господарських та підсобних споруд. До системи озеленення мікрорайону входять також озеленені ділянки біля шкіл і дитячих садків-ясел, комплекс озелених спортивних майданчиків. Згідно норм проектування зелених насаджень міст України, передбачаються насадження на житлових територіях, залежно від розмірів міст, від 14,1 до 24,2 м² на одного мешканця – на першому етапі і від 23,4 до 34,1 м² – на перспективу. Нормативами передбачається площа насаджень на одного мешканця у житлових мікрорайонах при забудові у 6-8 поверхів – 10,5-9 м², 9-12 поверхів – 8,5-8 м², 16 поверхів – 7 м².

При проектуванні озелених ділянок, вільних від забудови, використовують два прийоми. Сутність першого полягає у створенні біля кожного житлового будинку мікросаду. Другий прийом передбачає створення єдиного порівняно крупного зеленого масиву, що має значні переваги – створюються більш сприятливі мікрокліматичні умови.

Проектування насаджень мікрорайонів і кварталів має забезпечувати:

- зручний пішохідний зв'язок з усіма спорудами і майданчиками, які розташовуються на території, що озеленюється;
- можливість під'їзду до житлових будинків, дитячих установ і різного роду підсобних споруд (гаражі, магазини, сміттєзбірники і т. ін.);
- використання насаджень для розмежування різних за призначенням майданчиків (спортивних, для відпочинку дорослих, для ігор дітей і т. ін.);
- надійну ізоляцію мікрорайону або кварталу в цілому та окремих його частин від шуму і пилу засобами озеленення;
- створення красивих композицій дерев, чагарників і квітників шляхом застосування вільного пейзажного планування;
- облаштування затінених і відкритих місць відпочинку.

Насадження на міських вулицях

Насадження на вулицях належать до категорії насаджень масового використання. Загальна середня норма площі насаджень на вулицях на одного мешканця становить 4,5 м². Для міст різних категорій вона змінюється – у великих містах, де більше широких магістралей, цю норму збільшують до 5 м² на одного мешканця, у містах середнього розміру вона може бути зменшена до 4 м², а у малих містах – до 3 м².

У практиці вітчизняного та закордонного містобудування застосовують різні прийоми озеленення вулиць. Часто зустрічається озеленення, вирішене у вигляді посадок одного ряду дерев між проїжджою частиною і тротуаром. У окремих випадках рядкова посадка дерев доповнюється чагарниками.

До наступного типу озеленення вулиць належать посадки між тротуаром і проїжджою частиною двох і більше рядів дерев. Інколи на одній вулиці присутні обидва типи озеленення – два і більше рядів дерев з однієї сторони вулиці і однорядна посадка з ін. сторони.

Для кожної конкретної вулиці *вибір типу озеленення* визначається його призначенням і такими умовами: шириною вулиці; інтенсивністю руху транспорту і його видами; кількісними показниками пішохідного руху; поверховістю забудови; призначенням будівель, які знаходяться на даній вулиці (житлові, громадські, виробничі, адміністративні та ін.); системою

озеленення району, до складу якого входить ця вулиця; напрямком вулиці відносно природного освітлення й ін. кліматичними і мікрокліматичними умовами. Розташування насаджень у плані вулиць і ступінь інтенсивності посадок встановлюють залежно від усього комплексу мікрокліматичних, планувальних і архітектурних умов для кожного окремого випадку. При виборі типу озеленення керуються такими положеннями:

- озелененню підлягають вулиці з найбільшою інтенсивністю руху пішоходів і транспорту, а також вулиці, які знаходяться поблизу промислових підприємств, що викидають у атмосферне повітря дим, пил та ін. забруднення;
- у містах південних широт особливу увагу приділяють затіненню найбільш опромінюваних тротуарів і фасадів будинків;
- на вулицях з інтенсивним рухом автомобільного транспорту, а також на вулицях міст, де часто панують сильні вітри, які піднімають велику кількість пилу, застосовують щільні посадки між проїжджою частиною і тротуаром;
- використання асиметричних за висотою і розташуванням у плані вулиці посадок можливе, якщо це не суперечить архітектурному вирішенню;
- за недостатньої ширини вулиці з інтенсивним рухом транспорту перевага надається посадкам між проїздом і тротуаром, а на вулицях з незначним рухом транспорту – посадкам уздовж фасадів, якщо це необхідно за умовами інсоляції;
- на перехрестях і поворотах вулиць посадки не повинні перешкоджати огляду дороги і транспорту, що рухається, пішоходам і водіям автомобілів, тролейбусів трамваїв;
- за недостатньої ширини вулиць посадки одного ряду можна чергувати невисокими (для захисту тротуару) і високими (для захисту фасадів будівель) деревами;
- інтервали між деревами мають забезпечувати провітрювання для уникнення застою нагрітого повітря під кронами дерев;
- рядкова посадка дерев здійснюється у смузі відкритого ґрунту відповідної ширини; посадка у габариті тротуару допускається лише у виключних випадках за дуже інтенсивного пішохідного руху на вулицях недостатньої ширини;
- опори для ліхтарів зовнішнього освітлення, щогли для проводів трамвая і тролейбуса розташовують у смузі, яка відведена для посадки чагарників;
- на вулицях у рядкових посадках уздовж тротуарів не слід саджати породи дерев з поверховою і дуже розгалуженою кореневою системою (для уникнення пошкодження покриття тротуарів);
- на вулицях міст середніх та північних широт у смугах насаджень передбачають інтервали для тимчасового розташування снігу, який прибрано з проїжджої частини;
- у містах південних широт рекомендується висаджувати на вулицях дерева віком від 7 років, у містах середніх і північних широт – від 12 років а чагарники – віком не менше 4-5 років.

Насадження на територіях промислових підприємств і санітарно-захисних зон

Створення насаджень на промисловій території є одним з основних заходів щодо їх благоустрою і покращення умов праці робітників та службовців промислових підприємств.

Цільове призначення робіт з озеленення і благоустрою території промислових підприємств полягає у наступному:

- захист робітників і службовців даного підприємства, а також міського населення, яке проживає довкола нього, від газів і аерозолів (пилогазових сумішей);
- захист від несприятливих у санітарно-гігієнічному відношенні кліматичних явищ – вітрів, високих температур, недостатньої вологості повітря, шляхом створення затінених зеленим пішохідних доріг, фонтанів для підвищення вологості повітря на території, вітрозахисних зон);
- створення на території підприємства обладнаних місць відпочинку для робітників і службовців;
- архітектурне і декоративне оформлення підприємства в цілому, його окремих будівель і споруд, а також прилеглої до підприємства території.

Архітектурно-планувальне і декоративне вирішення підприємства може включати організацію майданчиків перед ним, його огороження, створення озелених і заощених підходів і під'їздів до території, облаштування квітників, фонтанів, встановлення скульптур, ваз, освітлення території, фарбування будівель.

У комплексі робіт з благоустрою території промислових підприємств озеленення займає дуже важливе місце, оскільки воно сприятливо впливає на психіку людини.

Для захисних зон важливо вибрати асортимент рослин у відповідності з кліматичними і ґрунтовими умовами району і характером забруднень повітря викидами підприємства. Планувальна структура захисної зони може бути різною, залежно від її розміру, конфігурації, рельєфу території, напрямку і сили вітрів та ін. факторів. Важливе екологічне і рекреаційне значення мають зелені пояси навколо міст.

ЛЕКЦІЯ 8. ПОБУТОВІ І ВИРОБНИЧІ ВІДХОДИ. СИСТЕМИ І СХЕМИ САНІТАРНОЇ ОЧИСТКИ МІСТ

1. Поняття про відходи. Класифікація відходів.

2. Склад, властивості й обсяг твердих побутових відходів

3. Збір, видалення й утилізація ТПВ

1. Поняття про відходи. Класифікація відходів.

Виробнича і побутова діяльність людини неминує пов'язана з утворенням твердих відходів. Якщо газоподібні і рідкі відходи порівняно швидко поглинаються природним середовищем, то асиміляція твердих відходів триває десятки і сотні років. Місця складування відходів займають величезні території. Щорічно в Україні складається до 1,5 млрд т твердих відходів. Усього в країні їх зібралося до 30 млрд т. Смітники відходів займають більш 150 тис. га. У зв'язку з низьким рівнем технологічних процесів обсяг утворення промислових відходів в Україні в 6,5 рази вищий, ніж у США, і в 3,2 рази вищий, ніж у країнах ЄС.

Проблема відходів – це проблема великих міст, і чим більше місто, тим ця проблема гостріше. Представимо декілька визначень.

Відходи – невикористовувані для виробництва даної продукції окремі компоненти сировини чи виникаючі в ході технологічних процесів речовини й енергія, які не підлягають утилізації в даному виробництві. Відходи одного виробництва можуть служити сировиною для іншого.

Тверді побутові відходи (ТПВ) – непридатні для подальшого використання харчові продукти і предмети побуту, що викидаються людиною.

Утилізація – вживання з користю (від лат. слова *utilis* — користь).

Реутилізація (рецикл) – одержання з використаної готової продукції шляхом її переробки нової продукції того ж чи близького їй типу (наприклад, паперу з макулатури, металу з металобрухту й ін.). Використання ТПВ як вихідний продукт для іншого виробництва також є одним з видів реутилізації.

Вторинні матеріальні ресурси (ВМР) – сукупність усіх видів відходів, що можуть бути використані в якості основної і допоміжної сировини для випуску нової продукції. Реальні вторинні матеріальні ресурси – це ті, для яких створені ефективні методи і потужності для переробки і забезпечений ринок збуту. Потенційні ВМР – види вторинних ресурсів, що не ввійшли у групу реальних.

Фільтрат – рідка складова ТПВ, дуже забруднена.

Відходи підрозділяються на:

- *побутові (комунальні)* - тверді і рідкі відходи, які не утилізуються у побуті, що утворюються в результаті життєдіяльності людей і амортизації предметів побуту;
- *промислові* - залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що утворилися при виробництві продукції чи виконанні робіт і цілком чи частково втратили вихідні споживчі властивості;
- *сільськогосподарські* - відходи, що утворюються в ході сільськогосподарського виробництва;
- *будівельні* - відходи, що утворюються в процесі будівництва споруд та будівель (у тому числі шляхів і інших комунікацій) і виробництві будівельних матеріалів;
- *споживання* - вироби і машини, які втратили свої споживчі властивості в результаті фізичного чи морального зносу;
- *радіоактивні* - невикористовуємі прямі і непрямі радіоактивні речовини і матеріали, що утворюються при роботі ядерних реакторів, при виробництві і застосуванні радіоактивних ізотопів.

Відходи промислового і сільськогосподарського виробництва називаються також *виробничими відходами*. Вони можуть бути токсичними і не токсичними.

Токсичні - відходи, здатні викликати отруєння чи інші поразки живих істот.

2. Склад, властивості й обсяг твердих побутових відходів

Морфологічний склад. До складу ТПВ входять такі компоненти: папір, картон 20...30%, харчові відходи 28...45%, дерево 1,5...4%, метал чорний 1,5...4,5%, метал кольоровий 0,2...0,3%, текстиль 4...7%, кістки 0,5...2%, скло 3...8%, шкіра, гума, взуття 1...4 %, каміння, фаянс 1...3%, пластмаса 1,5...5%, сміття (< 15 мм) 7... 18%, інше 1...3%.

Процентні співвідношення морфологічного складу ТПВ дуже умовні, тому що на співвідношення складових впливають ступінь благоустрою житлового фонду, сезони року, кліматичні й інші умови. У складі ТПВ постійно збільшується вміст паперу, пластмас, фольги, різного роду банок, поліетиленових плівок і інших упакувань. Особливо великі сезонні коливання харчових відходів - з 28% навесні до 45% і більш влітку і восени.

До складу харчових відходів входять картопляне лушпиння, відходи овочів, фруктів, хліба і хлібопродуктів, м'ясні і рибні відходи, яєчна шкарлупа й ін. Вони містять крохмал, жири, білки, вуглеводи, клітковину, вітаміни. Вологість харчових відходів коливається від 60...70% навесні до 80...85% влітку і восени. Вологість харчових відходів ресторанів, їдалень та інших підприємств харчування досягає 95%. Баластові домішки харчових відходів представлено кістками, боєм скла і фаянсу, металевими кришками і банками.

З метою збереження і можливості використання харчових відходів їх варто зберігати влітку при температурі $t \geq 6...7\text{ }^{\circ}\text{C}$ не більш 10 годин, узимку при тій же температурі до 30 годин.

Смності для збереження харчових відходів необхідно мити 2% розчином кальцинованої соди чи розчином хлорного вапна, що містить 2% активного хлору, і потім полоскати чистою водою.

Фракційний склад. Основна маса ТПВ представлена фракціями до 150 мм (80...90%) і тільки менш 2% (баластові домішки) представлені фракціями більш 350 мм.

У табл. 1.1 наведені усереднені дані по фракційному складу ТПВ великого міста.

Як видно з наведених у таблиці 1.1 даних, фракційний і морфологічний склад ТПВ взаємозалежний: чим більше в ТПВ харчових відходів, що мають в основному розміри менш 50 мм, тим більше в їхньому складі дрібних фракцій і навпаки, при збільшенні у складі ТПВ різних пакувальних матеріалів (картон, дерево, пластмаса, скло й ін.), що має розміри більш 150 мм, значну частку в масі відходів будуть складати великі фракції. У різні сезони року фракційний склад змінюється.

Таблиця 1.1 – Вміст складових ТПВ по фракціях, % від загальної маси

Найменування складових ТПВ	Величина фракцій, мм				
	350... 250	250... 150	150... 100	100... 50	Менш 50
Папір	3...8	9...11	9...11	7...9	2...8
Харчові відходи	-	0...1	2...10	7...13	17...22
Метал	-	0...1	0,5... 1	0,8... 1,6	0,3...0,5
Дерево	0,5... 1	0...0,5	0...0,5	0,5... 1	0...0,5
Текстиль	0,2... 1,3	1...1,5	0,5... 1	0,3... 1,8	0...0,5
Кістки	-	-	-	0,3... 0,5	0,5... 0,9
Скло	-	0...0,3	0,3... 1	0,5... 1,5	0...0,3
Шкіра, гума	-	0...1	0,5... 2	0,5... 1,5	0...0,3
Каміні	-	-	0,2 ... 1	0,5... 1,5	0,5... 2
Пластмаса	0...0,2	0,3... 0,8	0,2...0,5	0,2...0,5	0,2...0,5
Сміття та інші	-	0...0,5	0...0,5	0...0,4	7...11
УСЬОГО:	4...10	11...15	18...22	20...30	30...40

Хімічний склад. Усереднені дані хімічного складу ТПВ по кліматичних зонах наведені в таблиці 1.2. Україна відноситься до середньої кліматичної зони, за винятком Південного берега Криму, що відноситься до південної. Як видно з результатів, наведених у цій таблиці, за вмістом таких елементів, як азот, фосфор, калій і кальцій, ТПВ можуть бути віднесені до речовин, з яких можна одержувати коштовні добрива.

ТПВ: Фізичні властивості густина, сполучність, зчеплення.

Щільність ТПВ міст України складає в середньому 190...230 кг/м³. Густина ТПВ

коливається в залежності від благоустрою житлового фонду і сезонів року. Для упорядженого житлового фонду щільність ТПВ у весняно-літній сезон складає 180...220 кг/м³, в осінньо-зимовий сезон 200...250 кг/м³, для невпорядкованого житлового фонду з грубним опаленням 300...600 кг/м³.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад ТПВ в різних кліматичних зонах, % від сухої маси

Показники	Кліматичні зони	
	середня	південна
Органічна речовина	56...72	56...80
Зольність	28...44	20...44
Загальний азот	0,9...1,9	1,2...2,7
Кальцій	2...3	4...5,7
Вуглець	30...35	28...39
Фосфор	0,5...0,8	0,5...0,8
Загальний калій	0,5...1	0,5...1,1
Вологість (% від загальної маси)	40...50	35...70

Чим більше паперу і різних пластмасових упакувань, тим менше густина ТПВ. Зі збільшенням вологості густина ТПВ підвищується.

У майбутньому густина ТПВ великих міст за рахунок збільшення кількості різних упакувань знизиться до величини, близької 100 кг/м³. У великих містах Європи й Америки густина ТПВ близька до цього показника.

Сполученість і зчеплення. Папір і картон, текстиль і пластмасові плівки формують структуру ТПВ і додають їм механічну сполученість. Липкі і вологі компоненти забезпечують зчеплення. Ці властивості ТПВ сприяють зводоутворенню і зависанню на стінках бункерів і прутів ґрат. Так, через ґрати 30х30 см ТПВ самостійно не провалюються, і для їхнього проштовхування вимагаються додаткові зусилля. На стінках бункерів з кутами 65 ... 70° відбувається налипання і зависання ТПВ. При тривалому збереженні ТПВ злежуються, самоущільнюються і втрачають сипкість.

Компресійні властивості. Для зменшення загального обсягу ТПВ під час перевезення і складування на полігонах важливо знати їхні компресійні властивості, тобто вплив тиску на ступінь ущільнення.

При пошаровому ущільненні на полігонах при питомому тиску, що дорівнює 0,1 МПа, обсяг пухкого ТПВ, вивантаженого з сміттєвозу, зменшується в 3...4 рази.

При пресуванні ТПВ в мусоровозі, при питомому тиску, що дорівнює 0,1 МПа, їхній обсяг зменшується в 1,5...3 рази.

При підвищенні питомого тиску до 0,3...0,5 МПа відбувається поломка різного роду упакувань, пресування паперу і плівок, починається видавлювання води. Обсяг ТПВ в залежності від складу і вологості може бути зменшений як мінімум у 5 разів від первісного, отриманого при зборі ТПВ в контейнерах. Густина ТПВ при цьому може досягати величини, що дорівнює 800кг/м³ і більше.

При підвищенні питомого тиску до 10...20 МПа віджимається 80...90% усієї води, що міститься в ТПВ при зборі. При цьому обсяг ТПВ знижується ще в 2,0...2,5 рази, а густина підвищується в 1,3...1,7 рази. Спресовані таким способом ТПВ на якийсь час стабілізуються, тому що вмісту води в них недостатньо для активної життєдіяльності мікроорганізмів, а доступ кисню через високу густину затруднений. При подальшому підвищенні питомого тиску до 60 МПа відбувається майже повне видалення води, але обсяг практично вже не змінюється. Мікробіологічне життя в такому матеріалі сповільнюється.

Абразивні і корозійні властивості (від лат. abrasio – зскоблення і corrosio – роз'їдання). Зскоблення тертьових поверхонь відбувається за рахунок баластових фракцій (метал, бій скла, фаянсу, кістки й ін.). У зв'язку з цим ТПВ володіють абразивністю і можуть стирати дотичні з ними поверхні, які взаємно переміщуються. При контакті з металами ТПВ спричиняють кородуючий вплив, що пов'язано з їх високою вологістю, наявністю у фільтраті розчинів різних

солей і кислим середовищем (рН=5...6,5).

Теплотехнічні властивості. Наявність у ТПВ великої кількості органічних речовин зумовлює їхню теплотворну здатність. Питома теплоємність ТПВ визначається за формулою:

$$C_{\text{ТПВ}} = 21,9 \cdot W + 2000, \text{ Дж/кг } K, \quad (1.1)$$

де W – вологість ТПВ, %.

Питома теплоємність основних компонентів ТПВ (у Дж/кг) наступна: вода – 4190; дерево, картон, папір – 2000...2500; скло, камені – 800...1000; залізо – 400; алюміній – 860.

Теплотворна здатність ТПВ також залежить від їхньої густини. Так, при зміні густина від 200 до 500 кг/м³ теплотворна здатність ТПВ знижується з 2000 до 940 кДж/кг.

Санітарно-бактеріологічні властивості. ТПВ містять велику кількість вологих органічних речовин, які, розкладаючись, виділяють гнильні запахи і фільтрат. При висиханні продукти неповного розкладання утворюють насичений забруднювачами і мікроорганізмами (від 300 до 15 млрд. на 1 г сухої речовини) пил. В результаті відбувається інтенсивне забруднення повітря, ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод. Розповсюджувачами патогенних мікроорганізмів є мухи, пацюки, птахи, бездомні собаки і кішки.

У середовищі ТПВ поряд із сапрофітними розвиваються патогенні бактерії – носії різних захворювань. Крім патогенних мікроорганізмів, ТПВ містять яйця гельмінтів (глистів). При складуванні ТПВ частина патогенних мікроорганізмів гине вже через кілька днів, тоді як інші їхні види можуть існувати в таких умовах протягом декількох років. Яйця гельмінтів зберігають свою життєстійкість протягом багатьох років. З пилом чи фільтратом вони виносяться за межі складування ТПВ і є джерелами забруднення вод і ґрунтового покриву.

Мікроорганізми, що виявляються в ТПВ, є збудниками гепатиту, туберкульозу, дизентерії, аскаридозу, респіраторних, алергійних, шкірних і інших захворювань.

Знезаражування ТПВ здійснюється наступними методами: спалювання органіки на сміттєспалювальних заводах, обробка дезінфікуючими розчинами, біологічне знезаражування в аеробних (компостування) і в анаеробних (поховання на полігонах) умовах, глибоке пресування з повним віджаттям фільтрату, капсулювання здрібненого ТПВ різними твердниками.

Біологічне знезаражування ТПВ при похованні їх на полігонах здійснюється таким засобом. ТПВ перекриваються шаром землі, що припиняє доступ кисню. В анаеробних умовах (при відсутності кисню) розвиваються анаеробні бактерії, що розкладають органічні речовини і вбивають патогенну мікрофлору. Процес розкладання органіки дуже тривалий і потребує великих площ для складування ТПВ. При цьому можлива утилізація органічних речовин у вигляді біогазу, що містить до 55...60% метану.

Біологічне знезаражування ТПВ при компостуванні здійснюється таким чином. При наявності вологи і кисню в середовищі ТПВ розвиваються аеробні бактерії. Спочатку розвивається група мезофільних аеробних бактерій, що розщеплюють деякі органічні сполуки. При цьому виділяється енергія, що розігріває ТПВ до 20...35 °С. Після первинного розігріву в середовищі ТПВ починає активно розвиватися група термофільних аеробних бактерій, що здатні розщеплювати більш стійкі органічні сполуки. Енергія, що виділяється при цьому, розігріває ТПВ до 60° С і більше.

Обсяги ТПВ. Щорічно на нашій планеті утворюється кілька мільярдів кубічних метрів ТПВ. Кількість ТПВ, що утворюються в різних країнах світу на душу населення, складає сотні кілограмів у рік і коливаються від 200...300 кг у країнах Скандинавії, до 500...700 кг у США і Канаді. Останні десятиліття спостерігається стійка тенденція до зростання кількості ТПВ, що припадає на душу населення, особливо у великих містах.

Норми накопичення – це кількість ТПВ, що утворюються на розрахункову одиницю (людина для житлового фонду; одне місце в готелі; 1 м² торгівельної площі для магазинів і складів; одне посадкове місце в їдальні, кафе, ресторанах, кінотеатрах; однієї дитини в яслах і дитсадках; одного учня в школах, училищах, інститутах і т.д.). До ТПВ, що входять у норму накопичення від населення і видаляються спеціальним автотранспортом, відносяться відходи, що утворюються в житлових і суспільних будинках, включаючи відходи від поточного ремонту приміщень, відходи від опалювальних пристроїв, сміття, обпалу листя, що збираються з вулиць і двірських територій, і великі предмети домашнього побуту.

Норми накопичення ТПВ складаються з двох джерел: житлових будинків і суспільних установ (підприємств громадського харчування, навчальних, видовищних установ, готелів, дитячих садів, перукарень і ін.).

Для великих міст норми накопичення вище, ніж для середніх і малих. Сугубо орієнтовані норми накопичення ТПВ приведені в таблиці 1.5.

На норми накопичення і склад ТПВ впливають: ступінь благоустрою житлового фонду (наявність водопроводу, каналізації, газу, сміттєпроводів, системи опалення), поверховість, розвиток громадського харчування, культура торгівлі, ступінь добробуту населення, кліматичні умови (різна тривалість опалювального сезону), споживання овочів і фруктів.

Уточнення норм накопичення ТПВ, що утворюються в умовах того чи іншого міста, виконується на спеціально обраних контрольних ділянках. У містах з населенням до 300 тис. чол. контрольна ділянка охоплює 2% жителів, у містах з населенням до 500 тис. чол. – 1%, у містах з населенням більш 500 тис.чол. – 0,5%. З культурно-побутових об'єктів вибирають не менш двох найбільш характерних. Норми накопичення визначаються по сезонах року. Виміри проводяться протягом 7 днів і оформляються спеціальними актами, що затверджуються міськвиконкомом як еталон норми накопичення ТПВ на наступні 5 років

3. Збір, видалення й утилізація ТПВ

Валовий збір. Збір ТПВ без поділу на окремі складові називається валовим збором.

Планово-регулярна організація збору і видалення ТПВ передбачає вивіз відходів з домоволодінь із установленою періодичністю. Періодичність видалення ТПВ встановлюється санітарними службами, виходячи з місцевих умов відповідно до діючих правил утримання територій населених місць.

Тип і ємність сміттєзбиральників, що використовуються, залежить від кількості відходів, що накопичуються, типу і поверховості забудови, способу навантаження і вивантаження ТПВ. У малоповерховій забудові всі ТПВ збирають у сміттєзбиральники. Потім вручну чи механізовано завантажують у кузов сміттєвозу. Для багатоповерхових чи групи малоповерхових будинків установлюють стандартний контейнер на коліщатах, відходи з якого механізованим способом вивантажують у мусоровоз. У місцях великого скупчення ТПВ встановлюють змінні кузов-контейнери-кузови.

У малоповерховій забудові для валового збору ТПВ використовуються бачки ємністю 70 л, 110...120 л і 210...220 л. В індивідуальній забудові застосовуються бачки меншої ємності, наприклад, по 35 л. До приходу сміттєвозу бачки виставляються населенням до проїздної частини.

Бачки виготовляють з листової сталі, алюмінію, пластмас. Кращими є бачки з пластмас. Маса і вартість таких бачків порівняно невисока, термін служби в 2...3 рази більше сталевих і складає 5...6 років. Пластмасові бачки зручні в експлуатації, мають гарний зовнішній вигляд. Вологі відходи до їхніх стінок не прилипають і не примерзають, чим полегшується їхня мийка і дезінфекція. При використанні пластмасових збірників необхідно дотримуватись протипожежних заходів.

У ряді країн використовують збірники одноразового користування – паперові, картонні чи пластмасові, що виключає операцію перевантаження і мінімізує контакт обслуговуючого персоналу з відходами. Ємність одноразових збірників коливається в межах 70...200 л. Такі збірники встановлюються на спеціальні контейнери визначених розмірів, що відповідають завантажувальному пристрою сміттєвозів.

У будинках підвищеної поверхні влаштовуються сміттєпроводи різної конструкції. Звичайно вони складаються з вертикального стовбура, відводів із прийомними пристроями, камер для збору ТПВ і вентиляційного каналу. Стовбур сміттєпроводу являє собою трубу діаметром 400...600 мм, виготовлену з асбоцементу, бетону чи сталі з гладкою внутрішньою поверхнею. Сталеві труби повинні мати вібропоглинаюче покриття на внутрішній поверхні. Завантажувальні клапани повинні запобігати надходженню газів зі сміттєпроводу при замкненому положенні, а також забезпечувати захист від шуму. Вхід у сміттєзбірну камеру, розташовану, як правило, у підвалі чи на першому поверсі будинку, ізолюється від входу в житло. Клапани виготовляють з листової сталі, покритою антикорозійною фарбою. Камера

обладнується водопроводом і каналізацією. Ревізійні отвори для чищення, дезінфекції і дезодорації стовбура сміттєпроводів звичайно влаштовують у верхній його частині.

В останні роки розроблені інші способи видалення ТПВ. Для великопанельних багатоповерхових будинків застосовують конструкції блоків, що включають елементи сміттєпроводу. У ряді випадків застосовують систему, при якій ТПВ по коридорах на візках доставляють до піднімальних пристроїв, що подають їх до камер-сміттезбиральників. Такі системи видалення відходів створюються в медичних установах, готелях, гуртожитках.

Роздільний збір. Роздільна, чи селективна, система збору окремих складових ТПВ забезпечує одержання відносно чистих вторинних ресурсів від населення і зменшення кількості відходів, що вивозяться. Ця система жадає від населення свідомого підходу до видалення ТПВ, збільшення числа обслуговуючого персоналу, тари, спецтранспорту для вивозу кожного виду вторсировини. Ці додаткові витрати цілком окупаються за рахунок утилізації вторинних ресурсів. В Україні селективний збір ТПВ поки не отримав практичного розвитку.

У США добір населенням утильних фракцій ТПВ (макулатура, текстиль, пластмаси, пляшки й ін.) виконується по спеціальних програмах, які фінансуються та розробляються окремими штатами. Практика роздільного збору ТПВ розвивається й у ряді європейських країн. Звичайно в основу таких технологій покладено принцип збору населенням ТПВ в окремі ємності (мішки чи контейнери) для різних видів відходів. Зазначені ємності розташовують як у домашніх умовах, так і в під'їздах чи біля будинків. Існують різні модифікації такої технології. Наприклад, у Німеччині накопичений досвід збору ТПВ в два види шухляд – зелені (макулатура, метал, скло, полімери, тканини) і сірі (інші відходи) з вивозом їх на переробку. В останні роки в Німеччині роздільний збір ТПВ виконується по п'яти і більше видах.

Один з варіантів технології селективного збору припускає організацію пересувних установок, що включають кілька видів контейнерів. Рух установок здійснюється за графіком, а населення постачене пакетами для окремих складових ТПВ. При цьому здійснюється економічне стимулювання за здані види вторсировини.

Збір і видалення великогабаритних відходів. До великогабаритного відносяться відходи, що по габаритах не вміщуються в стандартні контейнери. У великих містах за рік на кожну людину накопичується до 40 кг великогабаритних ТПВ з питомою масою 200 кг/м³ (табл. 1).

Таблиця 1 – Орієнтовний склад великогабаритних ТПВ

Переважаючий матеріал	Складові частини
Дерево (до 60%)	Меблі, обрізи дерев та чагарників, дошки, ящики, двері, лавки, фанера, старі рами, драбини
Кераміка, скло (до 18%)	Фаянсові раковини, унітази, листове скло, лампи денного світла, посуд, пляшки, бій скла
Метал (до 9%)	Холодильники, газові плити, пральні машини, пирососи, ліжка, корита, сітки, баки, бідони, раковини, труби, радіатори
Папір, картон (до 6%), текстиль (до 1%)	Пакувальні матеріали, шпалери, мішковина пакувальна, пальта, ковдри, матраци
Шкіри, гума, змішані матеріали (до 5%)	Шини, чемодани, сумки, дивани, крісла, клейонки
Пластмаса (до 1%)	Дитячі ванни, відра, тази, лінолеум, плівки

Великогабаритні відходи збирають на спеціальних площадках, розташованих біля житлових будинків. Вивіз їх здійснюється за графіком чи заявкою ЖЕВ.

Сміттєвивізний транспорт. Для збору і транспортування ТПВ застосовуються сміттєвози місткістю від 6 до 60 м³; для ущільнення відходів, що транспортуються - пристрої зворотно-поступальної дії, що ущільнюють, із системою плит, у вигляді обертового барабана або шнекові. Ущільненням досягається зниження обсягу ТПВ в 1,5... 2 рази.

У важкодоступних місцях застосовуються невеликі сміттєвози місткістю від 1 до 6 м³. Вони влаштовуються:

- на самохідних шасі чи моторолерах із самоскидним кузовом відкритого або закритого типу;
- з очками для малих сміттєзбиральників (контейнери, мусоровози);
- у вигляді контейнерів на коліщатах, буксуємих тягачами.

Випускаються також малі електросміттєвози, що можуть працювати без підзарядки протягом зміни. З малих сміттєвозів відходи перевантажуються у великовантажний транспорт для вивозу до місць знешкодження.

З ростом міст місця знешкодження ТПВ все більш віддаляються. Збільшується вартість транспортування відходів.

Для перевезення на далекі відстані застосовують, в основному, автомобільний транспорт, рідше - залізничний і водяний (наприклад, у Нью-Йорку). Дуже перспективним є використання мережі міського електротранспорту з вивозом ТПВ у нічний час.

Великовантажні сміттєвози з ущільнювальними пристроями, що використовуються в ряді країн, мають корисний обсяг 20...50 м³ і більше і можуть уміщати 100...200 м³ не ущільнених ТПВ. Застосовують також автопотяги, що складаються з вантажного автомобіля й автофургона.

Сміттєперевантажувальні станції (СПС). На СПС здійснюється вивантаження ТПВ з малих сміттєвозів, їхнє ущільнення і наступне завантаження у великовантажні транспортні засоби.

Подрібнення ТПВ і видалення в каналізацію. Такий метод із санітарної точки зору має переваги перед вивізною системою, тому що дозволяє видаляти ту частину ТПВ, яка швидко розкладається, відразу ж після утворення, без накопичення і збереження.

Подрібнені ТПВ разом з водою сплавляються по каналізаційних мережах і знешкоджуються разом зі стічними водами на очисних каналізаційних спорудах. У ряді країн широко застосовують сплав у каналізацію дроблених ТПВ з квартир, ресторанів, готелів, столових і інших об'єктів.

Сміттєдробарки встановлюють або під кухонною мийкою, або під спеціальним бункером для збору ТПВ в квартирах. Існує два типи дробарок: порційні і беззупинної дії. Основні параметри звичайно використовуваних квартирних дробарок: маса ~ 15 кг, продуктивність – 20 кг/год, потужність ~ 1,2 кВт · год. У дробарках не подрібнюються ганчірки, пластмасові вироби, металеві предмети, скляні пляшки.

Незважаючи на те, що при сплаві відходів у каналізацію потрібно значне збільшення потужності очисних споруд, цей метод вважається більш економічним порівняно зі звичайним способом видалення та знезараження ТПВ. Такий спосіб видалення відходів існує в одному з найбільших міст США – Чикаго. Однак, розглянутий варіант збору і видалення ТПВ є допоміжним і не знімає основних проблем санітарного очищення міст від ТПВ.

Утилізація окремих складових ТПВ. Умовно основні методи знешкодження і переробки ТПВ можна розділити на три групи: утилізаційні, ліквідаційні і змішані. За технологічним принципом розрізняють біологічні, термічні, хімічні, механічні і змішані методи. Найбільше поширення в Україні отримали наступні технології знешкодження і переробки ТПВ: складування на полігонах чи смітниках (ліквідаційний механічний), спалювання (ліквідаційний термічний), компостування (утилізаційний біологічний). Зазначені технології можна застосовувати в комплексі з різними способами вилучення утильних фракцій із ТПВ.

Утилізація окремих складових ТПВ проводиться шляхом роздільного збору утильних компонентів ТПВ чи механізованими способами із загальної маси. По існуючим санітарним нормам України ручний збір утильних компонентів ТПВ заборонений.

Для механізованого вилучення окремих складових ТПВ використовують магнітну,

пневматичну, електричну і гідросепарацію. Як допоміжні операції, застосовують дроблення і просівання відходів. В основному застосовуються сухі способи сепарації – пневматичний і магнітний. Вилучення чорного металобрухту здійснюється магнітною сепарацією. Існують підвісні, шківні і барабанні магнітні сепаратори. При взаємодії магнітного поля з ТПВ, наприклад, при їхньому русі по транспортерній стрічці, чорний метал витягається і потім знімається з магнітів.

Для вилучення з ТПВ кольорового металобрухту (~ 90% алюмінію, інше – бронза, латунь) перспективний метод електродинамічної сепарації, заснований на використанні силової взаємодії магнітного поля і вихрових струмів, що виникають в електропровідній речовині. У результаті в кольорових металах виникає електрорушійна сила, що їх переміщає в заданому напрямку. Вилучення з ТПВ кольорових металів досягає 80% .

Виділення макулатури здійснюється за допомогою аеросепарації, при якій ТПВ розділяються на легку і важку фракції. У легку фракцію переходить також полімерна плівка і текстиль. Для виділення в самостійний продукт полімерної плівки використовують електросепарацію, просівання, аеросепарацію, балістичний метод. При цьому використовується розходження в густині компонентів і їхньої швидкості витання при вільному падінні.

Для відділення текстильних компонентів використовуються пристрої типу барабанних грохотів з елементами, що захоплюють (гаки, штирі вилкового типу).

Для вилучення скла використовується балістичний чи флотаційний метод.

В Україні методи комплексного сортування ТПВ з метою вилучення основних утильних компонентів на практиці поки не реалізовані. З ТПВ витягають, в основному, чорний металобрухт і частково папір. Інші утильні фракції практично не витягаються. При використанні витягнутих утильних фракцій здійснюється їхня мийка, санітарне знешкодження.

Використана література:

1. Екологія міських систем : навч. посіб. Частина 1. / О. М. Климчик, А. П. Багмет, Є. М. Данкевич, С. І. Матковська, за ред. О. М. Климчик. – Житомир : Видавець О.О. Євенок, 2016. – 460 с.
2. Конспект лекцій з дисципліни «Сучасні маловідходні технології» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 144 «Теплоенергетика» очної та заочної форм навчання / Укл. Горбунов О. Д. – м. Кам'янське: ДДТУ, 2016. – 124 с.
3. Кучерявый В. П. Урбоекoлогия / В. П. Кучерявый – Львів : Світ, 1999. – 346 с.
4. Шандала М. Г. Окружающая среда и здоровье населения / М. Г. Шандала, Я. И. Звиняцковский // – К. : Здоров'я, 1988. – 149 с. – С. 1-90.
5. Экология города : уч. пос. / [В. В. Денисов, А. С. Курбатова, И. А. Денисова и др. ; под ред. В. В. Денисова]. – М. : ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д : издат. центр «МарТ», 2008. – 832 с. (Серия «Учебный курс»).