

## 01 НАУКОВІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ МІСЬКИХ СИСТЕМ

1. Міське середовище.
2. Місто як комплексна екосистема.
3. Біологічні основи міста.
4. Мікроклімат міста.

### 4. 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:

- а. прямі викиди тепла і зміни режиму сонячної радіації;
- б. пилогазові викиди промислових підприємств і транспорту;
- в. зміна теплового балансу за рахунок зменшення випаровування, значної теплопровідності покриттів (дахів, стін будівель, мостових), малої проникності підстилаючої поверхні, що сприяє швидкому стоку води;
- г. пересіченість місцевості, що створюється міською різноповерховою забудовою;
- д. 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.

*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. 3.

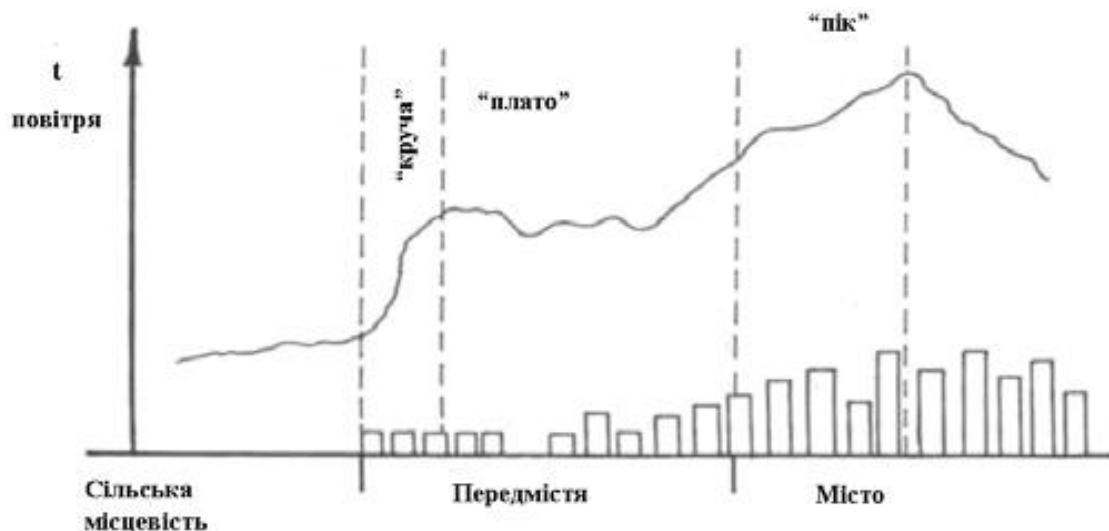


Рис. 3 – Перетин «*острова тепла*» над містом.

На межі розділу «місто – сільська місцевість» виникає значний горизонтальний градієнт температури, що відповідає «кручам острова тепла», який досягає іноді  $4^{\circ}\text{C}/\text{км}$ . 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. 4). В крупній агломерації може спостерігатися декілька таких «піків», обумовлених наявністю промислових підприємств і щільною забудовою.

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.

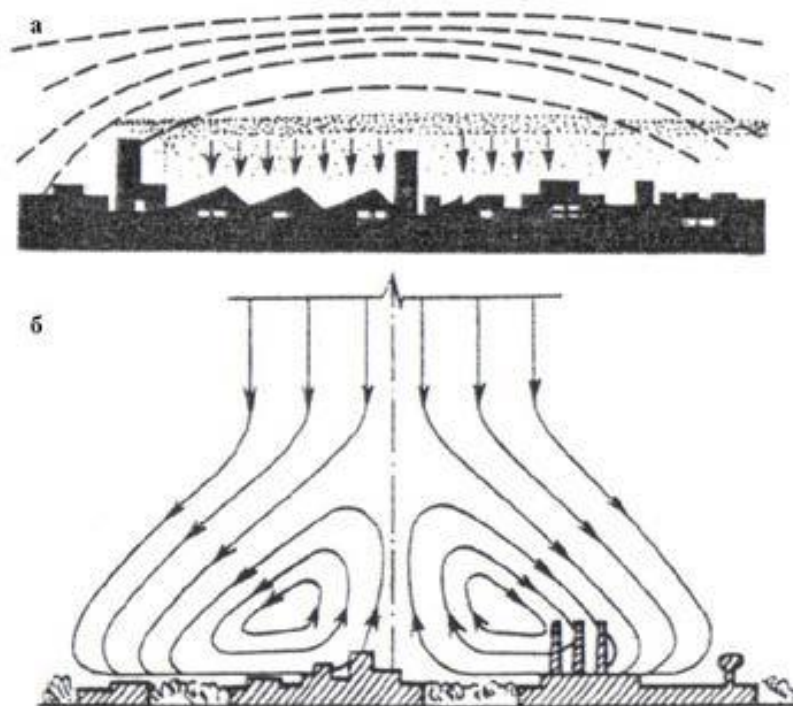


Рис. 4 – Утворення «острова тепла». а – схема поширення промислових викидів при утворенні «острова тепла» (глибока приземна інверсія); б – циркуляція в нижньому шарі атмосфери над містом.

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 напрямком 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. Оподи 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 пониженням 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 природноклі-матичної зони, проводять заходи щодо *поліпшення* міського клімату, які можна об'єднати у такі групи:

- 1) заходи щодо регулювання швидкості вітру і вентиляції міста (планування міської забудови і вулиць, орієнтація будівель, створення деревно-чагарникових і трав'янистих насаджень різного типу, систем водойм і т. ін.);
- 2) заходи щодо зменшення втрат тепла будівлями (конструкція вікон, орієнтація будівель, планувальні рішення, що стосуються взаємного розташування будівель і груп зелених насаджень);
- 3) 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.);
- 4) 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 димарів; 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;
- 5) 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.