**ТЕМА 10. ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ**

**Мета:** визначити основні джерела забруднення атмосфери, їх види та характеристики; дослідити механізми впливу забруднюючих речовин на атмосферу, клімат та живі організми; сформувати усвідомлення наслідків забруднення атмосфери для екосистеми та здоров'я людини, а також необхідність застосування заходів для зменшення викидів.

**План**

1.Природне забруднення атмосфери.

2.Штучне (антропогенне) забруднення атмосфери.

3.Наслідки забруднення атмосфери.

**🖉Основні поняття**: самоочищення атмосфери; забруднення; забруднювачі; смог; викиди в атмосферу; санітарний стан атмосфери.

**1.Природне забруднення атмосфери**

Атмосферне повітря ніколи не буває абсолютно чистим. Загальна кількість забруднювачів, що постійно перебувають в атмосферному повітрі над планетою, складає приблизно 10 млн т, що зумовлено як господарською діяльністю людини, так і процесами, що відбуваються у природі. Частина домішок під впливом сили тяжіння й інших факторів випадає на земну поверхню. Більшість хімічних сполук зазнає серйозних змін під дією УФ-радіації, вологи, озону і кисню повітря. Продукти цих реакцій, а також вихідні сполуки, які безпосередньо викинуті в атмосферу (*первинні забруднювачі*), взаємодіють між собою й утворюють іноді ще більш токсичні і небезпечні сполуки (*вторинні забруднювачі*).

Під впливом атмосферних опадів, сонячної радіації, перенесення повітряних мас, взаємодії з гідросферою й літосферою та діяльності мікроорганізмів атмосферне повітря позбавляється від сторонніх домішок. Цей процес називають *самоочищенням атмосфери.* Проте, в деяких випадках, а саме при низькому природному потенціалі атмосфери щодо самоочищення, в атмосфері переважають процеси накопичення забруднюючих речовин.

Існує два види забруднень атмосфери: *природне та антропогенне (штучне*), кожне з яких обумовлене відповідними джерелами.

Як правило, природне забруднення не становить загрози для біогеоценозів та живих організмів, хоча короткочасні наслідки можливі. Атмосферний пил сприяє конденсації водяного пару, а отже, і утворенню опадів. Крім того, він поглинає пряму сонячну радіацію і захищає організми від сонячного випромінювання.

Космічний пил утворюється із залишків згорілих метеоритів при їхньому проходженні в атмосфері. Щорічно його випадає на Землю 2-5 млн т. Природний пил є постійною складовою частиною земної атмосфери. Він являє собою дрібні тверді зважені у повітрі частки радіусом 10‒4-10‒3 см. Частки природного пилу мають органічне і неорганічне походження та утворюються у результаті руйнування і вивітрювання гірських порід та ґрунту, вулканічних вивержень, лісових і степових пожеж, випарювання з поверхні морів. Одним із джерел пилу у нижніх шарах атмосфери є також безводні пустелі та степи. Атмосферне повітря над океаном включає дрібні кристали солей магнію, натрію, калію, кальцію, що утворюються в результаті висихання у повітрі бризів води.

**2.Штучне (антропогенне) забруднення атмосфери**

З кожним роком чистого повітря на планеті стає все менше, причиною цього є, в основному, *антропогенне забруднення природи.* Це створює реальну загрозу для існування людей, тварин і рослин на Землі. Вирубуються і згорають під час пожеж величезні площі лісів, які очищають повітря і є основним джерелом виділення кисню в повітря. Внаслідок спалювання твердого і рідкого палива в котельнях теплових електростанцій, мартенівських та доменних печах, при опалюванні житлових будинків, а також від викидів двигунів внутрішнього згоряння (за даними деяких авторів вони становлять від 1/3 до 1/2 всіх речовин, які забруднюють повітря) в атмосферу потрапляють щорічно сотні мільйонів тонн шкідливих газів і пилу, в тому числі понад 200 млн тонн вуглекислого газу, понад 150 млн тонн сірчистого газу, приблизно 40 млн тонн вуглеводнів та інших речовин. Забруднення повітря цими газами створює “парниковий ефект”, тобто велика кількість тепла накопичується в атмосфері, що спричинило потепління клімату у всьому світі, тільки за ХХ століття середня температура на планеті зросла на 0,5°С. Згідно з прогнозами вчених темпи потепління будуть наростати, що спричинить танення криги на полюсах і підвищення рівня води в морях та океанах.

Антропогенне (штучне) забруднення атмосфери переважає над природним, при цьому 37% забруднень дає автотранспорт, 32% – промисловість і 31% – інші джерела.

Антропогенна діяльність і вулканічні виверження призводять до накопичення в атмосфері SO2. Фотодисоціація сульфур (IV) оксиду неможлива, оскільки довжина хвиль, які досягають нижніх шарів атмосфери, де відбувається накопичення SO2, занадто велика, жорстке короткохвильове випромінювання вже відфільтровано. Однак фотодисоціація NO2 і кисню дає на цій висоті достатню кількість атомарного кисню і озону, тоді можливий процес:

SO2 + О = SO3. (20)

Ефективність цієї реакції зростає в міру збільшення відношення концентрації SO2 до концентрації NO2. Окисненню SO2 до SO3 можуть сприяти сліди металів, що проявляють каталітичну дію на цю реакцію (наприклад, манган). З’єднуючись з водою, сульфур (VI) оксид утворює сульфатну кислоту, яка з металами або амонієм (NH4+) дає сульфати.

Є думка, що сульфур (IV) оксид існує в атмосфері від декількох годин до декількох днів залежно від вологості та інших умов. Проте встановлено, що сірчистий газ, який надходить до атмосфери з виверженням вулканів, дає сульфатну кислоту, яка циркулює навколо Землі в стратосфері терміном до року і більше. Перенесенню сульфур (IV) оксиду на далекі відстані сприяє будівництво високих димових труб. Це, можливо, і знижує ступінь локального забруднення, але збільшує час перебування SO2 в повітряному середовищі і ступінь його перетворення на сульфатну кислоту і сульфати. Таким чином, сірчистий газ у поєднанні з парами води (туман) є головним компонентом так званого с***ірчистого смогу***.

В Україні за останні 35 років площа кислих ґрунтів зросла на 33%. Кислі ґрунти потребують вапнування, що підвищує собівартість сільськогосподарської продукції.

Антропогенні джерела забруднення атмосфери розрізняються також за потужністю викиду, а саме за могутністю, величиною, дрібністю, за висотою викиду на: *низькі, середньої висоти і високі*, за температурою вихідних газів на: *нагріті й холодні*. Для підготовки вихідних даних для розрахунку гранично допустимих викидів (ГДВ***)*** підприємства для кожного джерела за кожним показником потрібна класифікація не тільки джерел забруднень, але і класифікація та характеристика викидів, ступінь вивченості і облік в розрахунках. При цьому враховують *організовані, неорганізовані та розподілені викиди*.

*Організовані викиди* зазвичай проводяться зі стаціонарних джерел. Їх характеризує велика висота труб (50 – 100 м), а також значні концентрації та обсяги. *Неорганізовані викиди* проявляються у вигляді надходжень токсикантів до атмосфери з виробничих приміщень підприємств. Концентрація і обсяг забруднюючих речовин менше, висота викиду невелика. *Розподілені викиди* пов’язані в основному з транспортом, а також з обробкою сільськогосподарських територій отрутохімікатами.

Найбільш поширені викиди промисловості – це зола, пил, оксид цинку, сірчистий ангідрид, сірководень, меркаптан, альдегіди, вуглеводні, смоли, оксид і діоксид нітрогену, амоніак, озон, оксид і діоксид карбону, гідроген флуорид, гідроген хлорид, натрій силіцій флуорид, радіоактивні гази й аерозолі.

ГДК сажі і кіптяви жорстко нормується, зважаючи на вміст канцерогенних вуглеводнів (ПАВ): середньодобова ГДК сажі ‒ 0,05 мг/м3.

Розв’язати проблему зменшення забруднення атмосферного повітря можна тільки у тісній співпраці громадських організацій та державних закладів, а у планетарному обсязі – лише на основі міжнародного співробітництва та спільних зусиль всіх країн. На підставі Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1992) *всі громадяни мають право на споживання екологічно чистих харчових продуктів, вживання доброякісної питної води та дихання чистим повітрям*. Однак внаслідок діяльності промисловості, експлуатації фізично і морально застарілого обладнання, недостатнього впровадження у виробництво безвідходних і маловідходних технологій, відсутності або малоефективності очисних пристосувань, різкого збільшення автотранспорту, росту чисельності міського населення на тлі низького рівня екологічної грамотності, а нерідко і злочинної безвідповідальності за дотримання гігієнічних вимог до роботи підприємств, зростає негативний антропогенний вплив на навколишнє природне середовище, в тому числі й на атмосферне повітря. З цих причин в кожному населеному пункті при плануванні будівництва житла і підприємств треба враховувати панівні вітри, передбачати облаштування санітарно-захисної зони для кожного підприємства, що викидає в атмосферу шкідливі речовини. Ці зони відокремлюють промислові підприємства від житлових будівель, в них обов’язково насаджуються дерева і забороняють будівництво житла та тривале перебування людей.

**3.Наслідки забруднення атмосфери**

**Забруднення атмосфери** ‒ результат викидів забруднюючих речовин з різних джерел. Причинно-наслідкові зв'язки цього явища потрібно шукати в природі земної атмосфери. Так, забруднення переносяться по повітрю від джерел появи до місць їхнього руйнівного впливу; в атмосфері вони можуть перетерплювати зміни, включаючи хімічні перетворення одних забруднень в інші, ще більш небезпечні речовини.

У результаті промислової діяльності людство сьогодні постало перед такими проблемами:

* зменшення і перфорація озонового шару, який захищає Землю від ультрафіолетового випромінювання Сонця;
* проблема «кислотних дощів»;
* потепління клімату, яке пов’язане з накопиченням у атмосфері газів, що поглинають інфрачервоні промені та перешкоджають їхньому розсіюванню (парниковий ефект);
* смоги у промислових містах.

Навколо промислових підприємств, що виділяють шкідливі викиди в атмосферу, рослинність набагато бідніше, ніж у районах з незабрудненим повітрям. Часто шкідливий вплив викидів на рослинність позначається на значній відстані від заводу. Із загибеллю зелених насаджень перестає діяти фільтр, що очищає повітря, тому що на листі і стовбурах осаджуються зважені частинки й газоподібні домішки. Знижується роль зелених насаджень як джерела кисню і фітонцидів, послаблюється їх вітрозахисна дія. У приміських господарствах великих промислових центрів врожайність сільськогосподарських культур і продуктивність тваринництва знижені.

Сталий вміст забруднень у повітрі (викиди) визначає ступінь руйнівного впливу на даний регіон. Можна сказати, що ступінь забруднення атмосфери залежить від числа й маси викидів.

Оцінка результатів забруднення атмосфери включає негативний вплив на окремі об'єкти живої природи, тобто людей, тварин, рослини; на неживі складники природи, включаючи воду, ґрунт і ландшафт у цілому, і на будови й матеріали. У більше широкому змісті як такий негативний вплив можна розглядати саму забруднену атмосферу, клімат, а також ряд економічних і соціальних умов.

У загальному плані концепція забруднення атмосфери включає значне число дій й явищ, що ведуть до погіршення вихідної, природної якості її. У більше вузькому змісті, що відповідає концепції, погодженої в рамках країн, що входять у систему Комекон і ряду інших, забруднення атмосфери розуміється як викид твердих, рідких і газоподібних забруднюючих речовин. Уважається, що забруднюючі речовини ‒ це ті, які впливають на навколишнє середовище або безпосередньо, після хімічних змін в атмосфері, або в сполученні з іншими речовинами.

Відповідно до концепції захисту атмосфери, прийнятої в деяких промислово розвинених країнах (наприклад, у Німеччині), забрудненням атмосфери вважається пряме або непряме введення в неї будь-якої речовини в такій кількості, що впливає на якість і сполуку зовнішнього повітря, заподіювати шкоду людям, живій і неживій природі, екосистемам, будівельним матеріалам, природним ресурсам ‒ всій навколишньому середовищу. Відповідно до цього визначення до забруднення атмосфери варто було б віднести викид більших кількостей водяної пари від градирень електростанцій, якби це привело до погіршення видимості через туман, утворенню ожеледі на дорогах, підвищенню корозійного впливу атмосфери й т. д.

***У рамках Конвенції по великим міждержавним забрудненням повітря*** забрудненням атмосфери, крім викидів у повітря матеріальних часток, уважаються також, що приводять до збитку викиди, енергії. Отже, викиди теплоти шуму вібрацій і випромінювань (не тільки радіоактивних, але й електромагнітних, таких як мікрохвильові, радарні, ультрависокочастотні, тобто тих, які випускаються високовольтними лініями й т. д.) можуть уважатися видами забруднення.

Захист атмосфери включає комплекс технічних й адміністративних заходів, прямо або побічно спрямованих на припинення або принаймні зменшення зростаючого забруднення атмосфери, що є наслідком промислового розвитку. Територіально-технологічні проблеми включають як питання місця розташування джерел забруднення атмосфери, так й обмеження або усунення ряду негативних ефектів.

Пошук оптимальних рішень з обмеження забруднення атмосфери даним джерелом інтенсифікувався паралельно з ростом рівня технічних знань і промисловим розвитком, ‒ розроблений ряд спеціальних заходів щодо захисту атмосфери. Крім того, починається інтегрування процесу пошуку оптимальних рішень по обмеженню ефектів забруднення атмосфери з комплексним підходом до захисту атмосфери, що і слугує взаємозв'язку між окремими компонентами навколишнього середовища. Таким чином, дослідження ефектів забруднення атмосфери стає усе більше залежною, але не менш важливою частиною в області захисту атмосфери.

Додання дослідженням із захисту атмосфери цілеспрямованого характеру повинне включати боротьбу проти її забруднення, особливо промислового, а також від транспортних засобів й інших джерел.

Захист атмосфери не може бути успішної при однобічних і половинчастих мірах, спрямованих проти конкретних джерел забруднення. Найкращі результати можуть бути отримані лише при об'єктивному, багатобічному підході до визначення причин забруднення атмосфери, внеску окремих джерел і виявленню реальних можливостей обмеження цих викидів.

У міських і промислових конгломератах, де є значні концентрації малих і більших джерел забруднюючих речовин, лише комплексний підхід може привести до встановлення прийнятного рівня забруднення атмосфери при сполученні оптимальних економічних і технологічних умов. Виходячи із цих положень необхідне незалежне джерело інформації, що розташовував би відомостями не тільки про ступінь забруднення атмосфери, але й видах технологічних й адміністративних мір.

*Об'єктивна оцінка стану атмосфери* спільно з відомостями про всі можливості зменшення викидів дозволяє створити реальні плани й довготермінові прогнози забруднення атмосфери стосовно до найгіршого й найбільш сприятливим обставинам і формує тверду основу для вироблення й укріплення програми захисту атмосфери.

По тривалості програми захисту атмосфери підрозділяються на довгострокові, середній тривалості й короткочасні; методи підготовки планів з захисту атмосфери базуються на звичайних методах планування й координуються так, щоб задовольняти довгострокові вимоги в цій області.

Частиною короткочасного й середньої тривалості планування є негайні заходи щодо запобігання подальшого забруднення найбільше небезпечних щодо цього районів шляхом установки встаткування, конструйованого спеціально для зниження викидів від присутніх джерел забруднення.

Цілком справедливо буде включити вартість устаткування для обмеження викидів у собівартість продукції, а не в затрати на захист атмосфери, тоді зазначене співвідношення капіталовкладень і збитку від забруднень складе 1:10.

Окремі області досліджень по захисту атмосфери часто групуються в список відповідно до рангу процесів, що приводять до її забруднення:

* джерела викидів (місце розташування джерел, сировина, що використовується й методи його переробки, а також технологічні процеси);
* збір і накопичення забруднюючих речовин (твердих, рідких і газоподібних);
* визначення й контроль за викидами (методи, прилади, технології);
* атмосферні процеси (відстань від димових труб, перенесення на далекі відстані, хімічні перетворення забруднюючих речовин в атмосфері, розрахунок очікуваного забруднення й складання прогнозів, оптимізація висоти димових труб);
* фіксація викидів (методи, прилади, стаціонарні й мобільні заміри, крапки вимірів, сітки вимірів);
* вплив забрудненої атмосфери на людей, тварин, рослини, будови, матеріали й т. д.;
* комплексний захист атмосфери в сполученні із захистом навколишньої середи.

При цьому необхідно враховувати різні погляди, основними з яких є:

* законодавча (адміністративні заходи);
* організаційна й контролююча;
* прогностична зі створенням проєктів, програм і планів;
* економічна з одержанням додаткових економічних ефектів;
* наукова, проведення досліджень і розробок;
* реалізація, включаючи виробництво продукція й виготовлення установок;
* практичне використання й експлуатація;
* стандартизація й уніфікація.

❓ *Питання для самоконтролю*

1. Перерахуйте всі можливі джерела, включаючи і природні, появи в атмосфері: CO, O2, CH4, NO.

2. Схарактеризуйте джерела природного забруднення атмосфери.

3.Схарактеризуйте джерела антропогенного забруднення атмосфери.

4. Перелікуйте наслідки забруднення атмосфери для здоров’я людини.

5. Назвіть заходи щодо захисту атмосферного повітря.

6. Чим відрізняються організовані та неорганізовані джерела забруднення? Введіть приклади.

7. Які речовини вважаються основними забруднювачами атмосфери, і який їх вплив на клімат та живі організми?