

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ  
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ  
"ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"

Кафедра «Е та БЖД»

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

по дисципліні «Вступ до фаху»

Укладач:

д.т.н., проф. С.П. Висоцький

ГОРЛІВКА 2010

## ЗМІСТ

Лекція 1. Екологія - система наукових знань про оптимізацію взаємовідносин з навколишнім середовищем.....	6
1.1. Основні екологічні проблеми.....	6
1.2. Екологія як загальнобіологічна та гуманітарна наука.....	7
1.3 Основні закони екології.....	
1.4 Основні засади сталого розвитку.....	
Лекція 2. Біосфера - середовище нашого проживання.....	10
2.1. Атмосфера.....	12
2.2. Літосфера.....	12
2.3. Гідросфера.....	13
2.4. Розвиток біосфери.....	14
Лекція 3. Суспільство і ресурси.....	17
3.1. Ресурси.....	17
3.2. Потреби суспільства.....	19
3.3. Демографічний вибух і обмеженість географічного простору та природних ресурсів. Урбанізація.....	21
Лекція 4. Антропогенне забруднення біосфери.....	26
4.1. Чи можна запобігти забрудненню навколишнього середовища.....	26
4.2. Джерела, види та масштаби забруднення навколишнього середовища.....	29
4.2.1. Загальна характеристика забруднень атмосфери.....	29
4.2.2. Джерела забруднень та склад домішок стічних вод (СВ).....	30
4.2.3. Забруднення ґрунту відходами промислових підприємств.....	31
4.2.4. Енергетичні забруднення.....	31
Лекція 5. Наслідки промислового забруднення навколишнього середовища.....	38
5.1. Забруднення атмосфери.....	39
5.2. Забруднення гідросфери.....	40
5.3. Забруднення літосфери.....	40
5.4. Інші забруднення навколишнього середовища.....	41
Лекція 6. Основні заходи та засоби захисту навколишнього середовища.....	43
6.1. Захист атмосфери.....	43
6.1.1. Нормування домішок атмосфери.....	43
6.1.2. Пристрої для очищення промислових викидів.....	44
6.1.3. Очищення викидів від газо- та пароподібних забруднювачів.....	52
6.2. Захист водного середовища.....	55
6.2.1. Нормування якості води у водоймах.....	55
6.2.2. Апарати та споруди для очищення стічних вод.....	57
6.2.2.1. Очищення стічних вод від твердих частинок.....	57
6.2.2.2. Очищення стічних вод від розчинених домішок.....	64
6.2.2.3. Очищення стічних вод від органічних домішок.....	67
Лекція 7. Безвідхідні та маловідхідні виробничі процеси.....	70
7.1. Класифікація відходів.....	70
7.2. Обробка твердих відходів.....	70

7.3. Утилізація та ліквідація осадів стічних вод.....	71
7.4. Безвідхідна та маловідхідна технологія.....	71
Лекція 8. Захист довкілля від енергетичних забруднень (шуму, інфразвуку та вібрацій).....	73
8.1. Вибір заходів для зниження шуму.....	73
8.2. Методи та засоби захисту від інфразвуку.....	74
8.3. Методи та засоби захисту від вібрацій.....	75
8.4. Захист від електромагнітних полів та іонізуючих випромінювань.....	76
Література.....	87

# ЛЕКЦІЯ 1. ЕКОЛОГІЯ - СИСТЕМА НАУКОВИХ ЗНАНЬ ПРО ОПТИМІЗАЦІЮ ВЗАЄМОВІДНОСИН З НАВКОЛИШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ

## 1.1. Основні екологічні проблеми

Сьогодні людство, використовуючи запаси енергії у вигляді видобувних паливних матеріалів, мінеральних та інших джерел сировини, споживає їх більше ніж вони синтезуються автотрофними організмами біосфери, тому порушується усталена віками екологічна рівновага природного середовища.

Викиди постійно зростаючого промислового виробництва, автомобільного і залізничного транспорту, відходи сільськогосподарського виробництва та побутові відходи забруднюють навколишнє середовище - повітря, воду і ґрунт.

За підрахунками вчених, кожного року в світі переміщається більше ніж 4 тис. км<sup>3</sup> породи; викапується з надр більше 100 млрд. т руди і спалюється 7 млрд. т умовного палива. Споживання кисню за останні 100 років становить 240 млрд. т. За цей же час в атмосферу було викинуто 360 млрд. т вуглекислого газу, що значно погіршило її склад. Кожного року в атмосферу викидається  $142,8 \cdot 10^{15}$  кДж теплової енергії і 1 млрд. т продуктів неповного згоряння, що призвело до так званого "теплого забруднення" планети. За минуле століття промислове виробництво збільшилось більш ніж у 50-60 разів. Основна частка цього росту (4/5) припадає на час після 1950 р.

Найбільш помітні зміни та перетворення в ґрунтовому покритті. Фактично на всіх землях, які придатні для використання в сільському господарстві, порушені природні екосистеми та утворені штучні біоценози (агробіоценози); перетворення зазнала велика частина ландшафтів. На всіх континентах змінюється режим водостоків, з'являються нові штучні водосховища, канали, осушуються болота, замінюються штучними насадженнями природні ліси, посилюється забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери, зменшується кількість видів рослин та тварин, змінюється клімат окремих районів, міст та промислових агломерацій. В зв'язку з господарською діяльністю людини порушуються біогеоценози мікросвіту в ґрунтовому та водному середовищах.

Таким чином, проблема охорони та оптимізації навколишнього природного середовища виникла як неминучий наслідок науково-технічної революції.

Перед людством виникають глобальні проблеми охорони навколишнього середовища від забруднень і організація раціонального природокористування. Розв'язання цих проблем дасть змогу ефективно регулювати взаємовідносини між виробничо-технічною діяльністю людини і оточуючим її природним середовищем.

Шкідливий вплив на оточуюче середовище має також виготовлення, випробування та зберігання у великих кількостях ядерного, хімічного та інших видів зброї масового знищення, скидання радіоактивних та токсичних відходів у води Світового океану. Якщо б людство повернуло засоби, які затрачаються на воєнні цілі, на проведення заходів з охорони та оптимізації навколишнього середовища, найближче майбутнє біосфери та самого людства могло б бути гарантоване.

В організації охорони природи та раціонального її використання в нашій державі спостерігаються серйозні труднощі та недоліки. Багато міністерств та відомств не виконують державних планів з введення в дію споруд для очищення стічних вод, установок для вловлювання та знезаражування токсичних речовин із відпрацьованих газів.

В містах та промислових центрах, де проживає близько 18 % всього населення країни, кількість забруднюючих речовин в повітрі періодично перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК).

У внутрішні водойми країни до цього часу скидаються забруднені стічні води. В результаті неправильної обробки та удобрення ґрунту за останні 20 років знизилась їх природна родючість, впав вміст гумусу в чорноземах.

## 1.2. Екологія як загальнобіологічна та гуманітарна наука

Охорона природи розглядається не тільки як важлива практична проблема, але і як система наукових знань про раціональне природокористування та оптимізація взаємовідносин людини з навколишнім природним середовищем.

Теоретичною основою науки про охорону природи та раціональне природокористування, науковою базою для розробки та визначення стратегії і тактики гармонізації взаємовідносин суспільства з навколишнім середовищем є екологія.

Екологія - розділ біології, що вивчає закономірності взаємовідношень організмів з середовищем, в якому вони живуть, а також організацію і функціонування надорганізмових систем (популяцій, видів, біоценозів, біосфери).

Термін "екологія" (грец. οἶκος - житло, і logos - вчення) був запропонований німецьким біологом Е. Геккелем в 1866 р. Переносячи цей термін на рослини і тварини, можна зрозуміти його як місце їх існування та проживання. Іншими словами це наука, яка вивчає зв'язки організмів з середовищем, яке його оточує, в тому числі із іншими організмами, які живуть в тому ж середовищі.

Предметом вивчення екології являються умови та закономірності існування, формування та функціонування біологічних систем всіх рівнів - від окремого організму до біосфери в цілому, і їх взаємозв'язок із зовнішніми умовами, а також загальні закони розвитку екосистем різних ієрархічних рівнів.

Хоча екологія і базується на біології, вона вже вийшла з її рамок і сформувалася в принципово нову інтегровану дисципліну, яка поєднує фізичні та біологічні явища та утворює міст між природними та соціальними науками.

Ясно, що організми, які тепер живуть на нашій планеті, відрізняються від тих, які жили тут мільйони років тому, оскільки за такий довгий період часу проходять як еволюційні, так і екологічні зміни. Динамічна рівновага між видами досить чутлива до чинників, які діють протягом більш коротких періодів (наприклад, чинник безперервної зміни клімату має природне походження і його не можна розглядати, як забруднення середовища).

Забруднення повітря не новина в історії розвитку людини. Відомий найстаріший закон з охорони навколишнього середовища (в 1273 р. в Англії,

король Едуард Перший видав указ про заборону користуватися вугіллям для приготування собі їжі та для опалення житла, через шкідливу дію вугільного диму на здоров'я людей). Порушення цього закону каралося смертною карою.

Розрізняють екологію загальну, яка досліджує основні принципи організації та функціонування різних надорганізованих систем, і спеціальну, предметом якої є вивчення взаємовідношень певних екологічних груп організмів, що належать до різних таксонів з навколишнім середовищем (екологія рослин та екологія тварин). Крім того, екологи виділяють аутоекологію та синекологію. Екологія людини досліджує проблеми впливу навколишнього середовища на людину, вивчає особливості урбанізованих біоценозів тощо. Виняткове значення набувають екологічні дослідження у зв'язку з проблемами охорони природи.

Залежно від об'єктів дослідження та рівнів їх організації виділяють аутоекологію (факторальну екологію), яка вивчає вплив екологічних чинників на ріст і розвиток окремих видів живих організмів (організмівий рівень), та демекологію.

Демекологія вивчає умови формування структури і динаміки природних популяцій організмів одного виду (популяційний рівень).

Популяційна екологія досліджує просторову структуру популяцій і їх генетичний склад, механізми динаміки чисельності, співвідношень різних вікових груп, чинників сигналізації та зв'язку, що консолідує популяцію в одне ціле. Синекологія, на відміну від аутоекології, вивчає багатовидові угруповання організмів (біоценози, екосистеми), їх взаємовизначальні зв'язки один з одним і з умовами середовища проживання (екосистемний рівень). При цьому виділяють науку про угруповання рослин - фітоценологію або геоботаніку; про живі організми в цілому, що розвиваються у цьому угрупованні - біоценологію; про біоценози і їх угруповання біогеоценологію, що вивчає закономірності розвитку живих організмів цього біоценозу в їх єдності з середовищем існування. Окремо також визначають угруповання рослин - фітоценози, тварин - зооценози, мікроорганізмів - мікроценози тощо. В інтегрованій проблемі охорони біосфери охорона рослинного світу є фундаментальною, оскільки рослинний світ створює основу для підтримання динамічної рівноваги планетарної екосистеми - біосфери.

В складних природних угрупованнях організми, які отримують енергію від Сонця через однакову кількість ступенів, вважаються як такі, що належать до одного трофічного рівня. Так, зелені рослини займають перший трофічний рівень (продуцентів); травоядні тварини - другий рівень (первинних консументів), а первинні хижаки, що їдять травоядних, - третій рівень (вторинних консументів), а вторинні хижаки - четвертий (третинних консументів) трофічний рівень.

Біомасою називається загальна маса живих організмів, яка нагромаджується в популяції, біоценозі або біосфері на будь-який момент часу. Виражається в одиницях сирої або сухої маси, іноді в одиницях енергетичного еквівалента на одиницю об'єму або поверхні. Визначають біомасу продуцентів, консументів і редуцентів. Величина біомаси та швидкість її збільшення характеризують біологічну продуктивність виду, угруповання або екосистеми.

Біомаса живої речовини становить близько 0,0001 % від маси біосфери.

Природокористування - сукупність усіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу і заходів, пов'язаних з його збереженням.

### 1.3 Основні закони екології

**Закон внутрішньої динамічної рівноваги** - речовина, енергія, інформація і динамічні якості окремих природних систем і їх ієрархій взаємозалежні настільки, що будь-яка зміна одного з цих показників викликає супутні функціонально-структурні кількісні і якісні зміни, що зберігають загальну суму матеріально-енергетичних, інформаційних і динамічних якостей систем, де ці зміни відбуваються, чи в їхніх ієрархіях.

Емпіричні сліdstва закону внутрішньої динамічної рівноваги:

1. Будь-яка зміна середовища (речовини, енергії, інформації, динамічних якостей екосистем) неодмінно призводить до розвитку природних ланцюгових реакцій, що йдуть в бік нейтралізації призведеної зміни або формування нових природних систем, становлення яких при значних змінах середовища може прийняти необоротний характер.

2. Взаємодія речовинно-енергетичних екологічних компонентів (енергії, газів, рідини, субстратів, організмів продуцентів, консументів та редуцентів), інформації та динамічних якостей природних систем кількісно не лінійно, таким чином слабка взаємодія або зміна одного з показників може викликати значні відхилення в інших (і всій системі цілому).

3. Зміни, що відбуваються у великих екосистемах, відносно необоротні. Проходячи по ієрархії знизу вгору - від місця дії до біосфери цілому, - вони змінюють глобальні процеси і тим самим переводять їх на новий еволюційний рівень.

4. Будь-яке місцеве перетворення природи викликає в глобальній сукупності біосфери та в її найкрупніших підрозділах відповідні реакції, які призводять до відносної незмінності екологічно-економічного потенціалу, зростання якого можливе лише шляхом значного зростання енергетичних вкладань. Штучний приріст еколого-економічного потенціалу обмежений термодинамічною сталістю природних систем.

Закон внутрішньої динамічної рівноваги - одне з вузлових положень у природокористуванні. Поки зміни середовища слабкі і зроблені на відносно невеликій площі, чи обмежуються конкретним місцем, чи «гаснуть» у ланцюзі ієрархії екосистем. Але як тільки зміни досягають істотних значень для великих екосистем, наприклад, відбуваються в масштабах великих річкових басейнів, чи в розмірах, обмежених правилами одного і десяти відсотків (див. пізніше), вони призводять до істотних зрушень у цих великих природних утвореннях, а через них і у всій біосфері Землі. Бувши відносно необоротними, зміни в природі в остаточному підсумку виявляються і важко нейтралізовані, і з соціально-економічної точки зору: їхнє виправлення вимагає великих матеріальних витрат і фізичних зусиль.

Зрушуючи динамічний рівноважний стан природних систем за допомогою значних вкладень енергії, люди порушують співвідношення екологічних

компонентів, досягаючи збільшення корисної продукції чи стану середовища, сприятливого для життя і діяльності людини. Якщо ці зрушення «гаснуть» в ієрархії природних систем і не викликають термодинамічного розладу в даній природній системі, ситуація сприятлива. Однак зайве вкладення енергії і виникаючий у результаті матеріально-енергетичний розлад ведуть до зниження природно-ресурсного потенціалу аж до спустошення території, що відбувається без компенсації: замість квітучих садів виникають пустелі.

У зв'язку з нелінійністю, неповною пропорційністю взаємин екологічних компонентів і виникненням ланцюгових природних реакцій ефект, очікуваний при перетворенні природи, може або не виникнути, або виявитися набагато сильніше, ніж необхідно.

**Принцип Ле Шател'є-Брауна** - при зовнішньому впливі, що виводить систему з рівноваги, рівновага зміщується в тому напрямку, при якому ефект зовнішнього впливу послаблюється. Фізично принцип Ле Шател'є заснований на моделях неживої природи, справедливий і для умовно-рівноважних природних систем, у тому числі екологічних.

**"Закони" Б. Коммонера:**

1. "Усе пов'язане з усім";
2. "Усе повинне кудись подітися";
3. "Природа знає краще";
4. "За все треба платити, і ніщо не дається даром".

Перший закон Коммонера звертає увагу на загальний зв'язок процесів і явищ у природі; він близький за змістом до частини сформульованого вище закону внутрішньої динамічної рівноваги.

Другий "закон" Коммонера також близький до тільки що згаданого закону, а також закону розвитку природної системи за рахунок навколишнього її середовища.

Третій закон Коммонера говорить про те, що поки ми не маємо абсолютно достовірної інформації про механізми і функції природи. Він закликає до граничної обережності. Ілюстрацією третього "закону" Б. Коммонера може служити те, що один лише математичний розрахунок параметрів біосфери вимагає значно більшого часу, ніж увесь період існування нашої планети як твердого тіла. Природа поки "знає" краще нас.

Четвертий "закон" знову стосується тих проблем, що узагальнює закон внутрішньої динамічної рівноваги, а також закон константності (В.І. Вернадського) і закон розвитку природної системи за рахунок навколишнього її середовища.

**Закон необхідного розмаїття** - будь-яка система не може сформуватися з абсолютно однакових елементів. З цього закону випливає закон нерівномірності розвитку систем, оскільки це один з засобів збільшення розмаїття, а також закон (правило) повноти складових системи і правило оптимальної компонентної додатковості.

**Принцип В. Ешбі:**

Кібернетичне формулювання! Для того, щоб технічна система стійко функціонувала, кількість впливів, керуючих цією системою повинне бути більшим чи рівним кількості впливів, що виводять цю систему з рівноваги.



Біологічне формулювання: Для забезпечення схоронності природних систем, необхідне збереження окремих видів. (Наприклад, це можна порівняти з арочною конструкцією у будівництві. Якщо з неї вибити хоча б одну цеглину, то вся конструкція розпадеться).

**Закон константності (В. Вернадського)** - кількість живої речовини біосфери (для даного геологічного періоду) є константа.

Закон константності тісно пов'язаний з законом внутрішньої динамічної рівноваги, є його кількісним вираженням для масштабів усієї біосфери Землі. Відповідно до закону константності будь-яка зміна кількості живої речовини в одному з регіонів біосфери неминуче спричиняє таку ж по розміру його перемену в якому-небудь іншому регіоні, але зі зворотним знаком. Полярні зміни можуть бути використані в процесах керування природою, але варто враховувати, що не завжди відбувається адекватна заміна. Звичайно високорозвинені види і екосистеми витісняються іншими, що стоять на відносно еволюційно більш низькому рівні, а корисні для людини форми - менш корисними, нейтральними чи навіть шкідливими.

**Закон убуваючої віддачі (мальтуса)** - прихід на земельну ділянку додаткового працівника не веде до відповідного збільшення врожаю (удвічі), а лише дає деяке його збільшення.

Закон убуваючої віддачі справедливий лише при незмінному рівні розвитку виробничих сил і виробничих відносин, тобто відсутності соціально-економічного прогресу і стабільності технологій. У періоди крайніх обмежень у способах виробництва він найбільш актуальний. В інші періоди він не діє, тому що зниження числа виробників з ростом науково-технічної озброєності може супроводжуватися різким збільшенням врожайності.

**Закон обмеженості природних ресурсів** - всі природні ресурси (і умови) Землі кінцеві.

Сформульований закон заснований та тому, що, оскільки планета являє собою природно обмежене ціле, на ній не можуть існувати нескінченні частини. Отже категорія «невичерпних» природних ресурсів виникла через непорозуміння. До цих ресурсів відносять, наприклад, енергетичні можливості, думаючи, що сонячна енергія дає практично невичерпне джерело одержання корисної енергії. Помилка полягає в тому, що не враховуються обмеження, що накладаються самою енергетикою біосфери, антропогенна зміна якої не припустима і чревата серйозними наслідками. Штучне додавання енергії в біосферу у наш час досягло вже значень, близьких до граничних.

**Закон оптимальності** - з найбільшою ефективністю система функціонує в деяких просторово-часових межах (чи ніяка система не може звужуватися і розширюватися до нескінченності).

Найфундаментальніше положення системної теорії, пов'язане з тим, що розмір будь-якої системи повинний відповідати її функціям. Наприклад, ссавець не може бути дрібніше або крупніше тих розмірів, при яких він здатен народжувати живих дитинчат і вигодовувати їх своїм молоком. Ніякий цілісний організм не в змозі досягти величини, що перевищує критичні розміри, що забезпечують можливість підтримки його енергетики.

Відповідно до закону оптимальності, будь-яка надвелика (для системного

розміру) однорідність розпадається на функціональні частини (підсистеми), розміри яких можуть бути різними. При значному рості і різнорідності елементарних складових (наприклад, видів у тропічному лісі) монотонна на вид екосистема може займати величезні простори, тому що повторення елементарних комбінацій у ній надзвичайно рідкі (два дерева одного виду в дуже багатому видами тропічному лісі сусідять як виключення, звичайно вони широко розкидані по території). При відносній бідності елементів (у північній лісосмузі) виникають закономірні територіальні зміни співтовариств чи різкі сезонні аспекти, що змінюють функціональні властивості екосистеми, що розбивають її на частини якщо не в просторі, то в часі.

У природокористуванні закон оптимальності диктує необхідність пошуку найкращих з погляду продуктивності розмірів для культивованих полів, вирощуваних рослин, сільськогосподарських тварин тощо. У деяких випадках загальний орний клин доводиться розбивати на індивідуальні поля, засіявані різними культурами чи в різний час. Багатопільні системи землеробства (засівання одних полів і залишення інших під паром) ґрунтуються на емпіричному (дослідному) знанні закону оптимальності. Ігнорування закону оптимальності в природокористуванні - створення величезних площ лісових і сільськогосподарських монокультур, "вирівнювання" середовища масової забудови тощо. - призводить до неприродної її одноманітності на занадто великих просторах, що викликає функціональні зриви. Як правило, вони виражаються в геофізичних чи біологічних аномаліях - кліматичних змінах, масових розмноженнях організмів і т. п. явищах. При цьому дуже жорстко діє і закон внутрішньої динамічної рівноваги. Усе це змушує чітко діяти за законом оптимальності в природокористуванні, виявляючи оптимальні розміри всіх експлуатованих природних систем. У силу їхньої різноякісності і розмаїтості умов середовища ці розміри завжди конкретні і не можуть бути жорстко задані. Існують лише правила, на основі яких здійснюється екологічне проектування.

**Правило одного відсотка** - зміна енергетики природної системи у межах одного відсотка виводить природну систему з рівноважного стану.

Емпірично, правило одного відсотка підтверджується дослідженнями в області світової кліматології та інших геофізичних, а також біофізичних процесів. Усі великомасштабні явища на поверхні Землі (могутні циклони, виверження вулканів, процес глобального фотосинтезу...), як правило, мають сумарну енергію, що не перевищує одного відсотка енергії сонячного випромінювання, що падає на поверхню нашої планети. Перехід енергетики процесу за це значення звичайно приводить до істотних аномалій - до кліматичних відхилень, змін характеру рослинності, великих лісових і степових пожеж...

**Закони мінімуму (Ю. Лібіха)** - основний закон: витривалість організму визначається самою слабкою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб, тобто життєві можливості лімітують екологічні фактори, кількість і якість яких близькі до необхідного організму чи екосистемі мінімуму; подалі їхнє зниження веде до загибелі організму чи деструкції екосистеми.

Додаткове правило взаємодії факторів: організм здатний замінити дефіцитну речовину чи інший фактор іншою функціонально близькою

речовиною або фактором (наприклад, одну речовину іншою, хімічно близькою).

З'ясування "слабкої ланки ланцюга" надзвичайно важливе в екологічному прогнозуванні, плануванні й експертизі проектів. Правило взаємодії факторів дозволяє раціонально і цілеспрямовано робити заміну дефіцитних речовин і впливів на менш дефіцитні, що важливо в процесах експлуатації природних ресурсів.

**Біогенетичний закон (Е. Геккеля і Ф. Мюллера)** - організм (особина) в індивідуальному розвитку (онтогенезі) повторює (у скороченому і закономірно зміненому виді історичний (еволюційний) розвиток свого виду (філогенез). В екології біогенетичний закон має допоміжне значення як історичний попередник системогенетичного закону.

**Закон піраміди енергій (Р. Ліндемана)** - з одного трофічного рівня екологічної піраміди переходить на інший її рівень у середньому не більш 10% енергії. Закон піраміди енергії дозволяє робити розрахунки необхідної земельної площі для забезпечення населення продовольством та інші еколого-економічні підрахунки.

Усі форми життя на Землі підтримують свою життєдіяльність завдяки енергії Сонця. Одні використовують її безпосередньо для синтезу органічної речовини, інші використовують її у тій формі, яка зв'язана в органічній речовині, але всі вони потребують тієї частини сонячної енергії, яка підтримує певний температурний режим у навколишньому середовищі. Незначна частина енергії йде на фотосинтез. Основна її частина йде на випаровування води і на підтримання температурного режиму земної поверхні.

Лише 40-45% енергії Сонця проникає власне у біосферу, тільки 0,1% її зв'язується в процесі фотосинтезу. У більшості екосистем - це 1%, а у вологому тропічному лісі - 3,4%. За рік у масштабах планети синтезується 150-200 млрд. т сухої органічної речовини.

Енергія не повертається, подібно до хімічних речовин, у кругообіг ценозів. Кожен індивід запасяє частину відібраної енергії у своїх тканинах, а частину виділяє у вигляді теплоти або механічної роботи.

Фотосинтез є основним фактором, внаслідок дії якого підтримується життя на Землі. Рівень фотосинтетичної продуктивності рослин можна оцінити за ККД ФАР (фізіологічно активна реакція). Лише максимально сприятливих умовах листок може використати відібрану ним енергію з ККД до 28%, але не завжди рослини добре забезпечені поживними елементами з ґрунту, водою, теплом, до того ж хворіють тощо.

Врожай сучасних рослин при оптимальних умовах містить лише 4-5% світлової енергії, ввібраної ними за вегетаційний період. Загальний коефіцієнт використання енергії ФАР - 0,2%.

Продуценти (автотрофні організми) - у процесі фотосинтезу та хемосинтезу трансформують світлову енергію в потенціальну енергію хімічних зв'язків, що зосереджуються в органічних сполуках. Вони дають початок трофічним ланцюгам, тобто підпорядкованим рядам організмів: у такому ряді одні організми є поживою для інших, а їх у свою чергу поїдають треті.

Трофічні зв'язки (ланцюги) утворюють послідовність ієрархічних рівнів,

які починаються рівнем створення продукції, за ним йдуть кілька рівнів споживання.

Консументи, які живляться складними органічними речовинами, поділяються на три групи:

1. консументи першого порядку, що існують за рахунок продуцентів. Це рослиноїдні тварини, які поїдають тканини продуцентів; рослинні і тваринні паразити зелених рослин;

2. консументи другого порядку (первинні хижаки) переважно різні комахоїдні тварини;

3. консументи третього порядку (вторинні хижаки), м'ясоїдні. Такий поділ відносний, іноді консументи першого порядку поїдають тварин того самого рівня. Північні олені поїдають лемінгів, задовольняючи свою потребу у мінеральних речовинах. Соболь часто переходить майже виключно на кедрові горішки.

Біоредуценти живляться трупами, екскрементами та рослинним опадом і розкладають їх, тим самим здійснюють поступову мінералізацію органічного матеріалу і переводять його у неорганічний. До них відносять велику кількість сапрофітів: бактерії, гриби та тварини найрізноманітніших груп.

Ланцюг живлення можна уявити у вигляді піраміди чисел, фундамент якої становлять численні види рослин, наступні рівні утворюють рослиноїдні та м'ясоїдні тварини, чисельність яких швидко зменшується в напрямку до вершини, яку посідають нечисленні великі хижаки.

Внаслідок взаємодії енергетичних явищ у ланцюгах живлення і того, як залежить метаболізм від розмірів особин, кожне угруповання набуває певної трофічної структури, що часто є характеристикою типу екосистем (озера, лісу, пасовища, коралового рифу).

Є три основних типи пірамід (Рис. 1.1)

піраміда чисел - показує чисельність окремих організмів;

піраміда біомаси - характеризує загальну суху вагу, калорійність або іншу міру загальної кількості живої речовини;

піраміда енергії - відповідає величини потоку енергії або "продуктивності" на послідовних трофічних рівнях.

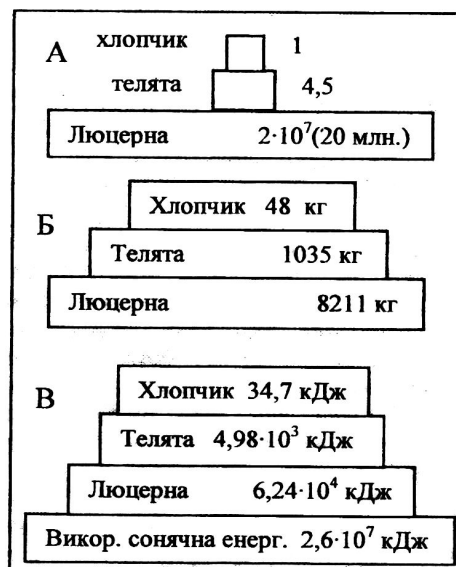


Рисунок 1.1- Екологічні піраміди (за Ю. Одумом): А — чисел, Б - біомаси,

**Закон послідовності проходження фаз розвитку** - фази розвитку природної системи можуть проходити лише в еволюційно-закріпленому порядку, звичайно від відносно простого до складного, як правило, без випадання проміжних етапів. Наприклад, метаморфоз комах з повним перетворенням може йти лише в напрямку яйце — личинка — лялечка - імаго без випадання або змін послідовності кожної з фаз. Цей закон - логічний наслідок діалектичної історичної процедури: ніщо не може індивідуально спочатку вмерти, а потім лише народитися чи пройти розвиток від старості до молодості.

**Закон розвитку природної системи за рахунок навколишнього середовища** - будь-яка природна система може розвиватися тільки за рахунок використання матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей навколишнього її середовища. Абсолютно ізольований саморозвиток неможливий. Закон має надзвичайно важливе теоретичне і практичне значення завдяки основним своїм наслідкам:

1 Абсолютно безвідхідне виробництво неможливе.

2 Кожна більш високоорганізована біологічна система, використовуючи і видозмінюючи середовище життя, являє потенційну загрозу для більш низькоорганізованих систем.

3 Біосфера Землі як система розвивається не тільки за рахунок ресурсів планети, але опосередковано за рахунок і під керуючим впливом космічних систем (насамперед Сонячної).

Відповідно до першого наслідку, ми можемо розраховувати лише на маловідходне виробництво, тому першим етапом розвитку технологій повинна бути їхня мала ресурсоемкість, другим етапом буде створення циклічності виробництв (відходи одних можуть бути сировиною для інших) і третім - організація розумного депонування (поховання) неминучих залишків і нейтралізація неперероблених енергетичних відходів (усі три етапи можуть бути одночасними). Уявлення, нібито біосфера працює за принципом безвідходності, помилкове, тому що в ній завжди накопичуються вибуваючі з біологічного круговороту речовини, що формують осадові породи.

Відповідно до другого наслідку розглянутого закону, вплив людини на природу вимагає заходів щодо нейтралізації цих впливів, оскільки вони можуть виявитися рушійними для іншої природи.

Третій наслідок закону має особливе значення для довгострокового прогнозування. Він повинен враховуватися при розгляді всіх процесів, що відбуваються на Землі. Однак необхідно усвідомлювати, що космічні впливи переломлюються земними процесами, і виявлення тут прямих зв'язків носить ймовірний характер. Наприклад, у роки високої сонячної активності не обов'язково буде виявлятися весь аспект явищ, що спостерігалися в попередній цикл такої ж активності світила. Вони лише можуть виникнути і статистично ймовірні.

**Закон зниження енергетичної ефективності природокористування** - з ходом історичного часу при одержанні з природних систем корисної продукції

на її одиницю в середньому затрачається усе більше енергії. (Збільшуються й енергетичні витрати на одну людину).

Витрата енергії на одну людину (у ккал/доб.) у кам'яному віці була порядку 4 тис, в аграрному суспільстві - 12 тис, в індустріальну епоху - 70 тис, а в передових розвинутих країнах нашого часу - 230 - 250 тис, тобто у 58 - 62 рази більше, ніж у наших далеких предків.

Закон має ще один дуже важливий практичний наслідок: ріст енергетичних витрат не може продовжуватися нескінченно. Виходить, можна розрахувати ймовірний момент неминучого переходу на нові, енергозберігаючі технології промислового та сільськогосподарського виробництва, уникнувши тим самим термодинамічної (теплової) й екологічної кризи.

**Закон сукупності (сумісності) природних факторів (Е. Мітчерліха - А. Тінемана - Б. Баулі):**

1) величина врожаю залежить не від окремого фактора, а від усієї сукупності екологічних факторів одночасно;

2) той з необхідних факторів навколишнього природного середовища визначає щільність популяції біологічного виду, що діє на стадії (фазі) розвитку організмів, що має екологічну валентність, при тім впливає в кількості і з інтенсивністю, що найбільш далеко відстоять від оптимуму необхідного виду на даній стадії (фазі) розвитку.

У такому формулюванні закон справедливий лише за умови, що організми самі активно не обирають необхідне їм з навколишнього середовища і не здатні змінювати його.

**Закон толерантності (В. Шелфорда)** - фактором процвітання, що -лімітує, організму (виду) може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає величину витривалості (толерантності) організму до даного фактора. Грубо говорячи, погано і недогодувати, і перегодувати, усе добре в міру. Його застосування необхідне при оцінці успішності культивування рослин, вирощування сільськогосподарських тварин, оцінці можливості акліматизації диких видів і в ін. подібних випадках. Закон толерантності визначає і положення, по якому будь-який надлишок речовини чи енергії виявляється забруднюючим середовище. Так, надлишок води навіть у посушливих регіонах шкідливий, і вода може розглядатися як звичайний забруднювач, хоча в оптимальних кількостях вона тут дуже корисна.

**«Закон» зниження родючості:**

1) у зв'язку з постійним вилученням врожаю і порушенням природних процесів ґрунтоутворення, а також при тривалій монокультурі в результаті нагромадження токсичних речовин, виділюваних рослинами, на культивованих землях поступово відбувається зниження природної родючості ґрунтів. До дійсного часу родючість у тім чи іншому ступені загублено приблизно в 50% всіх орних земельних угідь світу (від 1,5 — 1,6 до 2 млрд. га).

2) Кожен наступний додаток якого-небудь корисного для організму фактора дає менший результат, ніж ефект, отриманий від попередньої дози того ж фактора, що вже був у достатній (для організму) кількості.

**Правило десяти відсотків** - середньо максимальний перехід з одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший 10% (від 7 до 17%) енергії (або

речовини в енергетичному вираженні), як правило не веде до несприятливих для екосистеми (і трофічного рівня, що втрачає енергію,) наслідкам.

**Правило інтегрального ресурсу** - конкуруючі в сфері використання конкретних природних систем галузі господарства неминуче завдають шкоди один одному тим сильніше, чим значніше вони змінюють спільно експлуатуємий екологічний компонент або усю екосистему в цілому. Правило інтегрального ресурсу - ще один прикладний наслідок закону внутрішньої динамічної рівноваги.

**Правило Вант-Гоффа термодинамічне** - при підйомі температури на 10 °C в організмі відбувається 2-3 кратне прискорення хімічних процесів.

**Закон радіоактивного розпаду** - згодом число атомних ядер радіоактивного елемента убуває по експоненті:  $N=N_0E^{-\lambda t}$ , де N — число атомів радіоактивного елемента, що не розпалися через інтервал часу t;  $N_0$  — число атомів даного елемента в будь-який, довільно прийнятий за нульовий момент часу;  $\lambda$  — постійна розпаду даного радіоактивного елемента; E - основа натурального логарифма. Закон радіоактивного розпаду справедливий лише статистично для дуже великого числа атомів, що розпадаються. Він важливий для визначення абсолютного віку геологічних порід.

**Закон спрямованості еволюції** - загальний хід еволюції завжди спрямований на пристосування до геохронологічно мінливих умов існування й обмежений ними. Закон спрямованості еволюції пояснює, чому спостерігається закономірна зміна форм живого (спрямованість домінує над випадковістю, хоча мінливість у ряді випадків випадкова).

**Закон максимізації енергії (Г. і Е. Одумів)** - у суперництві з іншими системами виживає (зберігається) та з їх, яка найкраще сприяє надходженню енергії і використовує максимальну її кількість найбільш ефективним способом. «З цією метою система: 1) створює нагромаджувачі (сховища) високоякісної енергії; 2) витрачає визначену кількість накопиченої енергії на забезпечення надходження нової енергії; 3) забезпечує кругообіг різних речовин; 4) створює механізми регулювання, що підтримують стійкість системи і її здатність пристосування до умов, що змінюються; 5) налагоджує з іншими системами обмін, необхідний для забезпечення потреб в енергії спеціальних видів».

**Закон "усе або нічого" (Х. Боуліча)** - підпорогові роздратування не викликають нервового імпульсу ("нічого") у збуджених тканинах, а граничні стимули або підсумування підпорогових впливів створюють умови для формування максимальної відповіді ("усе").

**Закон генетичного розмаїття** - усе живе генетично по-різному та має тенденцію до збільшення біологічного різновиду. Двох генетично абсолютних особнів (крім однойцевих близнюків, немутуючих клонів, вегетативних ліній та деяких інших виключень), а тим більше видів живого в природі бути не може.

#### 1.4 Основні засади сталого розвитку

Сталий розвиток суспільства – це сучасна найбільш поширена концепція

взаємодії суспільства і природи, якою зараз керуються передові країни світу. Сталий розвиток є узгодження між економічним та соціальним розвитком суспільства і збереженням довкілля.

Визначення терміна «сталий розвиток суспільства».

«Сталий розвиток - це такий розвиток суспільства, за якого задоволення потреб теперішніх поколінь не має ставити під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби». (Із доповіді «Наше спільне майбутнє», підготовленої Комісією Гро Харлем Брутланд).

Основні принципи сталого розвитку:

- принцип «задоволення потреб» - найбільшу увагу слід приділяти задоволенню потреб найбідніших країн світу;

- принцип «встановлення обмежень» - на стан технології та на розвиток людства мають накладатися обмеження задля збереження довкілля; враховуються також обмеження у спроможності біосфери ліквідувати наслідки діяльності людства.

Поява ідеї пов'язана з діяльністю Організації Об'єднаних Націй (ООН). З ініціативи ООН в 1983 році була створена Міжнародна комісія з довкілля та розвитку, яку очолила колишній прем'єр-міністр Норвегії Гро Харлем Брутланд. Завданням комісії було створення довгострокових стратегій у галузі охорони навколишнього природного середовища. Комісія підготувала доповідь «Наше спільне майбутнє», яку було заслухано і схвалено Генеральною Асамблеєю ООН в 1987 р. і в якій сформульовано принцип сталого розвитку, як основну стратегію взаємодії природи й суспільства.

Екологічні загрози які були причиною виникнення ідеї сталого розвитку суспільства.

Першою вагомою причиною було значне погіршення стану навколишнього середовища на планеті під впливом діяльності людини.

Основними загрозливими наслідками впливу діяльності людини на довкілля є:

- потепління клімату

За даними Всесвітньої метеорологічної організації 2000 рік був одним із найтепліших, починаючи із 1860 року. Нинішня середньорічна температура на 0,6 °С вища від середньорічного показника початку минулого століття. Потепління клімату на планеті призводить до збільшення кількості стихійних лих, підтоплення значних територій, розширення площі пустель;

- збіднення озонового шару

Стратосферний озоновий шар захищає людей і живу природу на Землі від жорсткого ультрафіолетового та м'якого рентгенівського сонячного випромінювання. Головними хімічними сполуками, які руйнують озоновий шар, є синтетично отримані речовини класу хлорфторвуглеводнів (фреони). Кожен втрачений відсоток озону на планеті спричиняє 150 тисяч додаткових випадків сліпоти через захворювання на катаракту, на 2,6% збільшує число ракових захворювань шкіри;

- кислотні дощі



Причиною виникнення кислотних дощів є діоксиди сірки й азоту, які утворюються при спалюванні палива (вугілля, мазут). В 70-х роках ХХ століття в річках та озерах скандинавських країн почала щезати риба, сніг у горах став сірим, листя впало з дерев раніше строку. Такі ж явища відзначалися в США, Канаді, Західній Європі; у Німеччині постраждало до 30% лісів, розташованих далеко від населених пунктів. Причиною всіх цих бід були кислотні дощі: атмосферні опади, які містять розчини сірчаної та азотної кислот;

- накопичення в ґрунтах токсичних відходів важких металів та пестицидів

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я пестицидами, які накопичилися в ґрунтах, продуктах харчування, повітрі, воді, отруюється 500 тисяч людей у рік, з них близько 5 тисяч - із смертельними випадками. Стійкі пестициди накопичуються в жировій тканині людей і тварин, негативно впливаючи на нервову та серцево-судинну системи. В 1988 році Національна академія наук США опублікувала доповідь, згідно з якою прогнозується, що в наступні 70 років мільйон американців ризикують захворіти на рак через наявність у їжі 28 видів канцерогенних пестицидів;

- загроза біорозмаїттю

Кількість різних видів біологічних організмів на планеті нині складає 1,4 мільйони. В зв'язку з деградацією природного середовища щорічно щезає 10 - 15 тис. видів організмів. При збереженні таких темпів впливу несприятливого довкілля на живу природу в наступні 50 років на планеті буде втрачено від чверті до половини біологічного розмаїття.

- забруднення радіонуклідами Внаслідок аварії на Чорнобильській атомній станції 1986 року радіонуклідами було забруднено значну територію земної поверхні, зокрема, 8,7 % території України.

Іншою причиною появи теорії сталого розвитку було погіршення економічних і соціальних умов у багатьох країнах світу, зростання чисельності населення, яке проживає в умовах злиднів.

За даними Доповіді про людський розвиток, яка щорічно готується Програмою розвитку ООН, у 1998 році один мільярд людей на планеті були не в змозі задовольнити свої навіть мінімальні потреби, із 4,4 мільярдів людей, які проживають у країнах, що розвиваються, майже три п'ятих живуть без належних санітарних умов, третина не має доступу до якісної питної води. Соціальні умови населення країн оцінюються за індексом людського розвитку.

Індекс людського розвитку.

Індекс людського розвитку визначається як третина суми індексів тривалості життя, рівня освіти і скоригованого валового внутрішнього продукту країни на душу населення. Це є інтегрований показник, який використовується для оцінки можливості людини в окремій країні:

- прожити довге та здорове життя;
- добути освіту;
- отримати доступ до засобів, які забезпечують гідний і якісний життєвий рівень.

Концепція сталого розвитку суспільства закріплена у міждержавних

угодах і міжнародних документах.

1. Програма дій «Порядок денний на 21 століття», яка була схвалена в червні 1992 року на конференції ООН з проблем навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро (Бразилія). Ця конференція відома ще як самміт «Планета земля», оскільки в ній брали участь керівники 178 країн світу.

В основу Програми дій покладено доповідь Гро Харлем Брутланд «Наше спільне майбутнє», яка є Концепцією економічного, соціального й екологічно збалансованого розвитку людства. В цих документах зроблено спробу задовольнити потреби людей і країн через визначення загальних цілей як у сфері екології, так і в сфері розвитку людства: економічне зростання й соціальний прогрес.

Програма дій «Порядок денний на 21 століття» засвідчує встановлення глобального партнерства країн світу задля досягнення сталого розвитку суспільства.

На самміті також було прийнято Декларацію Ріо «Про екологічний та економічний розвиток», де визначено права й обов'язки держав світу у рамках концепції сталого розвитку.

2. Основні принципи сталого розвитку населених пунктів проголошено у заключних документах Конференції ООН з населених пунктів (ХАБІТАТ-II), яка відбулася 1996 року в м. Стамбулі (Туреччина).

3. Програма «Ріо +5» - Програма дій з подальшого впровадження «Порядку денного на 21 століття», ухвалена на дев'ятнадцятій спеціальній сесії Генеральної асамблеї ООН у червні 1997 року. На зібранні було розглянуто досягнення країн та їхніх урядів, міжнародних агенцій, громадськості та неурядових організацій з виконання «Порядку денного на 21 століття» за п'ять років, узагальнено набутий досвід і- поставлено нові завдання.

4. Нині триває підготовчий період до наступної зустрічі керівників країн та урядів світу на найвищому рівні - «Ріо +10», яка має відбутися у вересні 2002 року в М.Йоганнесбург, Південна Африка. На цьому зібранні планується розглянути результати, досягнуті країнами з виконання зобов'язань, взятих у 1992 та 1997 роках, та оцінити успіхи на шляху просування до сталого розвитку.

Структура «Порядку денного на 21 століття».

«Порядок денний на 21 століття» складається з 4 розділів та 40 глав.

Перший розділ містить 7 глав. Розділ присвячений економічним та соціальним проблемам людства. Розглядаються ті фактори, які спричиняють навантаження на довкілля: бідність, зовнішній борг країн, що розвиваються, структури виробництва та споживання, які не відповідають концепції сталого розвитку, демографічний вибух і структура міжнародної економіки.

Другий розділ містить 14 глав. Розділ відображає глобальні екологічні проблеми планети: знищення лісів, виснаження родючих ґрунтів, розширення площі пустель. Розглядаються заходи, які запобігають забрудненню повітря й води, знищенню рибних ресурсів, сприяють безпечному поводженню з токсичними відходами.

Третій розділ містить 10 глав. Тут наведено роль і значення великих груп

населення: жінок, комерційних структур, профспілок, фермерів, дітей та молоді, представників корінного населення, науковців, органів місцевої влади й недержавних організацій у досягненні цілей сталого розвитку суспільства.

Четвертий розділ містить 8 глав. Розділ присвячено висвітленню методів реалізації Концепції сталого розвитку. Тут обговорюються фінансові ресурси й механізми, надається інформація про механізми прийняття рішень та засоби поширення екологічно обґрунтованих технологій, розглядаються проблеми міжнародної співпраці, міжнародні угоди і правові механізми.

Деякі з основних принципів Декларації Ріо

- В центрі уваги невинного розвитку перебувають люди. Вони мають право на здорове і якісне життя у гармонії з природою.

- Право на розвиток має бути реалізовано таким чином, щоб задовольняти потреби в розвитку і зберігати довкілля нинішніх і наступних поколінь.

- Аби досягнути сталого розвитку, охорона довкілля має стати невід'ємною частиною процесу розвитку і не може розглядатися у відриві від нього.

- Всі держави й народи мають співпрацювати для досягнення завдання ліквідації бідності і злиднів. Це є обов'язковою умовою сталого розвитку.

- Для того, щоб домогтися сталого розвитку і вищого рівня життя, держави мають зменшити і виключити ті моделі виробництва та споживання, які це відповідають сталому розвитку, а також мають проводити відповідну демографічну політику.

- Питання захисту довкілля можуть бути успішно вирішені тільки за участі в цьому процесі всіх зацікавлених громадян.

Кожен громадянин повинен мати відповідний доступ до інформації, що стосується довкілля, якою володіють державні органи. Громадяни повинні також мати можливість брати участь у процесі прийняття рішень.

- Жінки відіграють надзвичайно важливу роль у розв'язанні проблем, пов'язаних з охороною довкілля і розвитком. Тому їхня повноправна участь в цій діяльності має важливе значення.

- Мир, розвиток і захист довкілля взаємопов'язані і невіддільні.

Головне соціальне завдання сталого розвитку викорінення й ліквідація бідності та злиднів, зменшення розриву у рівнях життя між найбіднішими країнами та розвиненими країнами, зменшення розриву у прибутках найбагатших та найбідніших верств населення.

«Сталий розвиток» відносно проблем суспільства.

Сталий розвиток щодо розвитку суспільства означає покращення якості життя людей з таких головних напрямків :

- соціальне та економічне забезпечення;
- екологічно сприятливе середовище для життя;
- підвищення безпеки життя;
- покращення стану здоров'я.

Зв'язок між економічним розвитком суспільства та охороною довкілля.

Цей зв'язок добре ілюструється у витязі з доповіді Генерального

секретаря ООН Бутроса Галі «Розвиток і міжнародне економічне співробітництво» на 48-й сесії Генеральної асамблеї ООН: «Навколишнє середовище, як світ, економіка, суспільство і демократія, пронизує всі аспекти розвитку і має вплив на всі країни незалежно від рівня їхнього розвитку. Розвиток і навколишнє середовище не є відокремленими поняттями, і проблеми в одній із цих сфер неможливо успішно розв'язувати без відриву від іншої.

Навколишнє середовище - це джерело ресурсів для розвитку. Його стан є важливим критерієм, а його збереження - предметом постійної уваги в процесі розвитку.

Для успішного розвитку суспільства необхідною є політика, яка бере до уваги екологічні аспекти.

В контексті розвитку кожне суспільство має взятися за розв'язання складних завдань, пов'язаних із збереженням природних ресурсів. Необхідним є забезпечення балансу між зростаючими потребами й інтересами охорони довкілля. Теперішні соціальні й економічні потреби слід задовольняти таким чином, щоб при цьому не завдавалося шкоди наявності цих ресурсів у майбутньому або ж життєздатності систем, від яких залежить і наше життя, і життя майбутніх поколінь»

Різниця в цілях і завданнях сталого розвитку для розвинутих країн та країн з перехідною економікою.

У розвинутих країнах нераціональні структури споживання є основною причиною погіршення стану довкілля. Тому цілі і завдання сталого розвитку у розвинутих країнах спрямовані на свідоме обмеження споживання природних багатств для того, щоб наступні покоління також мали можливість скористатися цими багатствами.

Цілі й завдання сталого розвитку суспільства в країнах з перехідною економікою мають бути спрямовані передусім на перебудову нераціональної структури виробництва, на подолання бідності та підвищення рівня життя людей, задоволення потреб населення в продовольстві, охороні здоров'я, безпеці життя, доступі до освіти. Поліпшення якості життя людей надалі сприятиме ефективному та бережному використанню природних ресурсів, впровадженню екологічно безпечних сучасних технологій.

Особливе значення має приділятися екологічному факторові у процесі приватизації державного майна в Україні та країнах ННД: при впровадженні програм приватизації, проведенні приватизаційних конкурсів обов'язково слід брати до уваги екологічний чинник.

Дії України для успішного просування шляхом сталого розвитку.

Україна підписала Програму дій «Порядок денний на 21 століття» на конференції в Ріо-де-Жанейро в 1992 році; від імені народу України документ завізував тодішній Голова Верховної Ради України Іван Плющ.

У 1997 на конференції «Ріо +5» українська делегація підтвердила прагнення йти шляхом сталого розвитку.

Того ж самого року в Україні на державному рівні створено Національну комісію сталого розвитку, яку очолює перший Віце-прем'єр-міністр уряду

України (за посадою).

Група фахівців у 2000 році підготувала проект Концепції сталого розвитку України, який восени того самого року було обговорено з громадськістю країни: громадські слухання відбулися в м. Києві та Львові. Під час відкритого обговорення проекту Концепції надійшло понад 100 доповнень та зауважень від громадськості, частину з яких було враховано в доопрацьованому варіанті.

Розроблений проект Концепції сталого розвитку України ґрунтується на принципах «Декларації Ріо» і враховує національні пріоритети й особливості розвитку.

Проект Концепції схвалено на засіданні Національної Комісії сталого розвитку в грудні 2000 року як основу для розробки Стратегії сталого розвитку України і передано для затвердження у відповідні державні органи.

Різниця між Концепцією і Стратегією сталого розвитку України.

Концепція сталого розвитку України розроблена як рамковий документ для підготовки відповідних законодавчих актів. Стратегія сталого розвитку України має дати механізми узгодження економічної, соціальної та екологічної складових збалансованого розвитку суспільства в країні, систематизувати план дій і терміни виконання конкретних етапів.

Концепція - це цілісна система поглядів на явище, тлумачення його положень, основна ідея теорії.

Стратегія - це основні положення та практичні кроки і механізми впровадження ідеї чи теорії.

Визначення процесу сталого розвитку суспільства в Україні, наведене в проекті Концепції.

«Сталий розвиток в Україні - це процес розбудови держави на основі узгодження і гармонізації соціальної, економічної та екологічної складових з метою задоволення потреб сучасних і майбутніх поколінь. Сталий розвиток розглядається як такий, що не тільки породжує і сприяє економічному зростанню держави, а й справедливо розподіляє його результати, відновлює довкілля та сприяє подоланню бідності» (Проект Концепції сталого розвитку України).

Національні особливості переходу України на шлях сталого розвитку.

Особливості пов'язані з першочерговим розв'язанням проблем, які є характерними саме для України. При переході країни на шлях сталого розвитку мають бути вирішені такі завдання:

- сприяння становленню громадянського суспільства;
- подолання бідності;
- відхід від таких процесів розвитку суспільства, які призводять до його деградації;
- створення цілісної системи законодавства у сфері сталого розвитку;
- введення дієвого економічного механізму природокористування та природоохоронної діяльності;

- вдосконалення процедур доступу до інформації з питань навколишнього середовища та здоров'я.

Умови для сприйняття і впровадження принципів сталого розвитку в реальне життя українців.

Передусім необхідними умовами є :

- розуміння необхідності впровадження принципів сталості;
- партнерство між гілками влади на місцевому, регіональному та державному рівні;
- партнерство між владою, громадянами і громадськими об'єднаннями, приватним сектором;
- наявність громадянського суспільства;
- доступ громадськості до обговорення та прийняття рішень, консенсус при прийнятті рішень.

На сучасному етапі розвитку суспільства та контролю за станом довкілля стало зрозумілим, що на рівні місцевої влади та жителів є найкраще розуміння локальних проблем і найкращі можливості для ефективного їх розв'язання.

У розділі 28 «Порядку денного на 21 століття» говориться:

«Багато які проблеми та рішення, що наводяться в «По рядку денному на 21 століття», виникають як наслідок діяльності на місцях. У зв'язку з цим участь та співробітництво місцевих органів влади буде визначальним фактором для досягнення виконання цілей Порядку денного. ...Як найбільш наближений до громадян рівень влади, місцева адміністрація несе відповідальність за освіту та залучення громадян до підтримки сталого розвитку.»

«... кожна місцева адміністрація має встановлювати діалог з громадянами, місцевими організаціями та приватними підприємствами і приймати місцеву програму «Порядок денний на 21 століття». Через проведення консультацій та пошук консенсусу місцеві адміністрації мають залучати громадян і громадські організації, комерційні та промислові підприємства як джерела інформації, необхідні для розробки оптимальної політики сталого розвитку.»

Заходи з охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки людини які є обов'язком місцевої влади.

Нині місцева влада є відповідальною за такі заходи з охорони довкілля на підвідомчій території:

- забезпечення жителів якісною питною водою;
- менеджмент твердих відходів;
- контроль за поширенням небезпечних речовин;
- менеджмент стічних вод;
- охорона й підтримка зелених зон;
- планування та контроль за використанням земельних ресурсів;
- освіта громадян з екологічних питань;
- контроль за забрудненням атмосферного повітря, викидами із стаціонарних та пересувних джерел забруднення.

Оцінювання відповідності розвитку території принципам сталого розвитку.

Аналіз стану «сталості» окремої оцінюється за такими складовими:

- економіка;
- соціальний розвиток;
- екологія;
- управління територією;
- законодавство.

Після оцінки стану території принципам сталого розвитку розробляється спочатку Концепція, а потім Стратегія сталого розвитку території.

«Територія є несталою, якщо її жителі використовують ресурси швидше, ніж вони можуть відновлюватися, якщо на території продукується більше відходів, ніж та їх кількість, яка може бути перероблена натуральним шляхом або використана для інших потреб» (Круглий стіл із сталих поселень, місто Олімпія, Сіетл, США).

Послідовність при впровадженні принципів сталого розвитку на певній території.

1. Оцінка відповідності стану території принципам збалансованого розвитку.
2. Визначення пріоритетів та індикаторів сталого розвитку.
3. Розробка Концепції сталого розвитку території, яка означить стратегічні цілі розвитку та індикатори, що мають бути досягнуті.
4. Обговорення Концепції з громадськістю, врахування пропозицій громадськості при доробці Концепції.
5. Затвердження Концепції рішенням влади.
6. Розробка на основі Концепції та означених пріоритетів Стратегії (Програми) сталого розвитку території. Програма має включати дії, терміни їх виконання, очікувані результати й відповідальних за виконання.
7. Моніторинг індикаторів сталого розвитку території; за необхідності - їх уточнення та коригування.

Індикатори сталого розвитку.

Індикатори сталого розвитку - це показники, які використовують для оцінки стану здоров'я та рівня життя людей, стану довкілля на окремій території, кількісна оцінка впливу людської діяльності на стан довкілля і на стан здоров'я людей, якість і тривалість їхнього життя. Ці показники мають бути єдиними для загальної оцінки певної території чи порівняльної оцінки декількох територій. Також можуть бути окремі фіксовані індикатори, які застосовуються для оцінки лише конкретної території.

Приклади індикаторів сталого розвитку

Соціальні індикатори:

- середня тривалість життя;
- співвідношення середньої і мінімальної зарплати;
- чисельність населення, яке проживає в екологічно небезпечних умовах;

- темпи росту зайнятості населення;
- зниження дитячої смертності;
- доступ до послуг у сфері санітарії.

Економічні індикатори:

- темпи росту внутрішнього валового прибутку на одного жителя;
- зміна характеру особистого споживання продуктів харчування;
- використання природних ресурсів одним жителем;

Екологічні індикатори:

- споживання водних ресурсів, в т. ч. чистої питної води;
- площа природно-рекреаційної зони;
- обсяги викидів в атмосферу окису вуглецю, сполук сірки та азоту;
- обсяги побутових відходів та стічних вод;
- обсяги промислових відходів.

Моніторинг індикаторів сталого розвитку.

Це відстеження зміни показників (індикаторів) у часі для однієї і тієї ж території. Зіставляючи індикатори, отримані через певні проміжки часу, можна оцінити ефективність дій влади і громадськості щодо впровадження політики сталого розвитку.

Дані моніторингу індикаторів використовуються також при внесенні коректив у напрямки розвитку території, методів впровадження, змін у політиці управління територією.

Роль громадськості у впровадженні сталого розвитку суспільства.

Доступ до інформації, активна позиція населення, участь громадян в обговоренні та прийнятті рішень є основними елементами сталого та збалансованого розвитку.

У 1999 році Верховна Рада України ратифікувала Конвенцію «Про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень і доступ до правосуддя з питань, що стосуються навколишнього середовища». Ця Конвенція забезпечує вільний доступ кожного громадянина країни до інформації, до правосуддя при вирішенні спірних питань, дає можливість громадськості впливати на процес прийняття рішень з охорони довкілля.

Міжнародні організації та інституції які опікуються питаннями сталого розвитку.

- Комісія сталого розвитку ООН, створена в 1992 році, штаб-квартира якої знаходиться в м. Нью-Йорк (США). Комісія має такі повноваження:

а) контроль за практичною реалізацією «Порядку денного на 21 століття», узагальнення діяльності країн із розробки та впровадження принципів сталого розвитку між глобальними форумами («Ріо», «Ріо +5», «Ріо +10»);

б) надання інструкцій та рекомендацій урядам держав із впровадження принципів сталого розвитку;

в) тлумачення положень «Порядку денного на 21 століття»

- Міжвідомчий комітет з питань сталого розвитку ООН, створений у 1992



році. Штаб-квартира знаходиться в м. Нью-Йорк (США).

- Програма ООН з питань захисту довкілля (ЮНЕП), заснована у 1972 році, секретаріат знаходиться в м. Найробі (Кенія). Завдання програми полягає у керівництві та заохоченні партнерських відносин, у підтримці зусиль країн та народів із захисту довкілля. «Глобальний екологічний огляд», що видається програмою, висвітлює регіональні екологічні проблеми та дії урядів з питань охорони навколишнього природного середовища.

- Програма розвитку ООН, започаткована у 1965 році; секретаріат знаходиться в м. Нью-Йорк (США). Діяльність програми спрямована на координацію технічної допомоги, що надається в рамках ООН, програма надає гранти для сталого гуманітарного розвитку. До основних видань програми належить щорічна «Доповідь про людський розвиток».

«... сталий розвиток не є фіксованим станом гармонійного розвитку, це скоріше процес змін, згідно з якими використання природних ресурсів, напрямки руху капіталів, орієнтація технологічного розвитку та інституційні перетворення на планеті мають здійснюватися у відповідності як із майбутніми, так і з сучасними потребами. ...Цей процес не є легким або однозначно окресленим. Необхідно здійснити досить болючі перетворення. Підсумовуючи, можна констатувати, що сталий розвиток має ґрунтуватися в першу чергу на політичній волі» (доповідь Комісії Брутланд «Наше спільне майбутнє»)

## ЛЕКЦІЯ 2. БІОСФЕРА - СЕРЕДОВИЩЕ НАШОГО ПРОЖИВАННЯ

Біосфера (грец. βίος - життя; σφαίρα - куля) - оболонка Земної кулі, в якій існує або існувало життя. Займає частину земної кори, атмосфери та гідросфери, склад, структура та енергетика яких пов'язані з минулою чи сучасною діяльністю живих організмів. В біосфері відбувається перетворення сонячної енергії і нагромадження її в органічній речовині. Вперше термін "біосфера" запровадив у 1875 р. австрійський геолог Е. Зюсс, але поширився він після видання у 1926 р. праці "Біосфера" нашого видатного вченого В.І. Вернадського, засновника та першого президента АН України.

Біосфера - це середовище нашого життя, це та "природа", про яку ми говоримо в розмовній мові. Людина своїм диханням, проявленням всіх своїх життєвих функцій нерозривно пов'язана з цією "природою".

Нижня границя біосфери лежить в середньому на глибині 3 км від поверхні суші і на 0,5 км нижче від дна океану, а верхня - проходить на висоті близько 20 км над поверхнею Землі, тобто біосфера охоплює всю тропосферу і нижню частину стратосфери. Отже, у вертикальному перерізі біосфера включає три яруси речовини: твердої (літосфера), рідкої (гідросфера) та газової (атмосфера). Приблизно маса біосфери становить 0,05 % маси Землі, а об'єм, включаючи атмосферу, - 0,4 % її об'єму.

До нижньої границі біосфери прилучаються метаморфічні породи і гранітна оболонка, тобто зона колишніх біосфер, оскільки у їх формуванні брала участь жива речовина. Зверху біосфера граничить з озоновим шаром, також генетично пов'язаним з біосферою. Озоновий екран лежить вище від біосфери на висоті 20-35 км від Землі (основна концентрація). Якщо зібрати весь озон в один шар, то його товщина становила б 2-3 мм. Він поглинає ультрафіолетове випромінювання, яке згубне для усього живого в біосфері. Озон утворюється за рахунок кисню, створеного живою речовиною Землі. Під дією короткохвильового випромінювання кисень ( $O_2$ ) перетворюється в озон ( $O_3$ ), поглинаючи ультрафіолетове випромінення.

### Основні речовини, з яких складається біосфера

Біосферу становлять:

1. Живі - рослини, тварини і мікроорганізми.
2. Біогенні органічного походження: фітогенні, які складаються переважно з рослинних залишків (кам'яне вугілля, торф, гумус); зоогенні - з залишків тваринних організмів (крейда, вапняк та інші осадові породи).
3. Затверділі - гірські породи магматичного неорганічного походження, які утворюють земну кору.
4. Біозатверділі - продукти розпаду і переробки гірських осадових порід живими організмами (сюди відносяться ґрунт і вода). Ґрунт, наприклад, містить 93 % мінеральних (затверділих) і 7 % органічних (живих і біогенних) речовин.

Біосфера як оболонка Землі безперервна і ні одна з її складових не може бути відділена без знищення цілої біосфери.

Структурна організація тіл в біосфері (крім твердої, рідкої та газоподібної

фаз) особлива біологічна, в якій поєднуються мінеральні (газові, рідкі та тверді) і живі біологічні структури. Життя в біосфері виконує найважливішу функцію - організацію оточуючої речовини, роблячи її активною.

Біосфера - єдина зона планети, де повністю подані у взаємодії всі відомі форми руху матерії і структури: фізичні, хімічні та біологічні. Постійна взаємодія цих структур і визначає організованість біосфери як стабільної рівноважної, динамічної системи. З появою більш високої форми руху - живої матерії - нижчі форми структурно увійшли в неї і виявились підлеглими їй. Кисень атмосфери, ґрунтовий шар, поклади вугілля, нафта, вапняки тощо - прямий результат діяльності живих організмів. Живий покрив Землі великою мірою впливає на клімат різних ділянок планети, циркуляцію водяних і повітряних мас, руйнування гірських порід тощо.

Біосфера взаємопов'язана і взаємодіє з усім планетним оточенням як зовнішнім (космічним), так і внутрішнім, яке відходить від біосфери вглиб Землі. Залежність ця - передусім енергетична. Під час фізичних і хімічних процесів сонячна енергія витрачається на переміщення повітряних мас, випаровування, поглинання і виділення газів, розчинення мінералів тощо. Єдиний процес, специфічний для біосфери, - фотосинтез. Загальна енергія фотосинтезу –  $104 \cdot 10^{12}$  Вт. За сто років засвоюється 200 млрд. т  $\text{CO}_2$ , а виділяється 145 млрд. т  $\text{O}_2$ .

## 2.1. Атмосфера

Атмосфера (грец. ατμοξ - пара; σφαιρα - куля) - механічна суміш різних газів, водяної пари та пилових (аерозольних) частинок.

Біля поверхні Землі повітря містить за об'ємом 78,08 % азоту, 20,95 % - кисню, 0,94 % - інертних газів і 0,03 % вуглекислого газу. На висоті 5 км вміст кисню залишається таким самим, а вміст азоту збільшується до 79,89 %.

Біля поверхні Землі повітря має різні домішки, а особливо у містах воно містить до 40 інгредієнтів, не властивих природному повітряному середовищу.

В  $1 \text{ м}^3$  повітря в промисловому місті міститься від 10 до 10000 найдрібніших частинок, в горах і сільській місцевості ~ 5 тис, а над океаном ще менше.

Підвищена кількість  $\text{CO}_2$  в повітрі пригнічує діє на тварин, при концентрації 0,07 % викликає ускладнене дихання, а при концентрації понад 4 % призводить до їх загибелі.

Атмосфера постійно містить воду - до 4 % у приземному шарі на висоті декількох метрів від землі, а також різні види забруднень - природних та промислових порошинок і шкідливих газів, які надходять із промисловими викидами.

Атмосфера має властивість самоочищуватися. Концентрація забруднень зменшується при розсіюванні їх в повітрі, осадженні твердих частинок під дією сил тяжіння, вилученні різних домішок опадами, перетворенні шкідливих сполук хімічним шляхом в нешкідливі елементи. Встановлено, що дощ інтенсивністю 1 мм/год за 45 хв вилучає з повітря 28 % частинок пилу розміром 10 мкм.

При надходженні в атмосферу величезних кількостей забруднюючих речовин вона не встигає самоочищуватись, тому необхідні спеціальні технічні, економічні, соціальні та інші заходи з охорони атмосфери.

## 2.2. Літосфера

Літосфера (грец. λίθος - камінь; σφαίρα - куля) - верхня тверда оболонка Земної кулі, яка охоплює земну кору і верхню частину мантії. Компоненти літосфери: ґрунт (поверхневий) і надра (корисні копалини).

Ґрунт - складний організм, нерозривно пов'язаний з водою і повітрям, утворює разом з ними триєдину систему, яка є основою біосфери. Шкода, нанесена будь-якому з елементів тріади, неминуче порушує всю систему.

Забезпечуючи необхідні умови всього живого на Землі, ґрунт через рослини (прямо) і тварини (непрямо, опосередковано) підтримує існування біосфери.

Окремі райони, навіть цілі континенти, охоплені ерозійними процесами. За останнє століття ерозія (водою) і дефляція (вітром) вивели з обороту планети 20 млн. км<sup>2</sup> сільськогосподарських земель (площа, яка приблизно дорівнює колишньому СРСР), тобто 15 % всієї поверхні суші Землі або 28 % оброблюваних земель.

В результаті вітрової ерозії за одну добу поле може залишитись без шару ґрунту до 5 см, а для відновлення 1 см ґрунту потрібно 250-300 років.

В Україні [територія 603 тис. км<sup>2</sup> (63 млн. га)] ниви займають 32,17 млн. га, з них 10 млн. га пошкоджено різними ерозіями. Щорічно втрати ґрунту становлять близько 600 млн. т, в тому числі більш ніж 20 млн. т гумусу. Згідно із думкою вчених, це найвищий рівень ерозійних процесів у світі. На 1 т продукції полів втрачається 7 т ґрунту.

Корисні копалини. Мінеральні ресурси - сукупність різних корисних копалин, які залягають в літосфері і широко використовуються в народному господарстві.

Мінеральні ресурси не здатні до самовідновлення. Вчені прогнозують, що алюмінію вистачить людству на 250 років, Zn - 19, Sn - на 35 років. Вважають, що до 2500 р. людство втратить всі запаси металів, причому видобуток Pb, Sn, Zn, Au, Ag, Pt закінчиться до 2050 року, Ni, Mo, W, Cu - до 2100 р., Mn, Co - до 2200 р. Вугілля, нафти, газу вистачить приблизно на 150 років. Необхідно шукати альтернативні джерела енергії.

## 2.3. Гідросфера

Гідросфера (грец. ύδωρ - вода; σφαίρα - куля). Вільна (не зв'язана в різних сполуках) вода утворює геологічну оболонку Землі - гідросферу, тісно пов'язану з літосферою і атмосферою.

Вода покриває більше 70 % поверхні Землі. В процесі біологічного кругообігу води, внаслідок механічного руйнування ґрунтів і гірських порід здійснюється перерозподіл, осадження і нагромадження твердих осадів на суші і на дні водоймищ.

Вода - найрозповсюдженіша речовина в біосфері. В океанах, морях, озерах, ріках, льодовиках, ґрунті та атмосфері міститься її близько 1,5 млрд. км<sup>3</sup> в різних формах. В океані приблизно 1,375 млрд. км<sup>3</sup> ~ 94,21 % всієї води на Землі. Вода в океанах солонна (~3,5 %) і температура її становить 3,7 °С (в середньому).

Для виробничої діяльності людини потрібна прісна вода, кількість якої становить усього 2,7 % від загального об'єму води на Землі, і тільки 0,36 % її знаходиться в легкодоступних місцях. Більша її частина знаходиться в снігах і айсбергах Південного полярного кола. Річний світовий стік річкової води (прісної) становить ~ 37,3 тис. км<sup>3</sup>, а підземних рік - 13 тис. км<sup>3</sup>.

Тіла живих організмів переважно складаються з води. В рослинах її від 40 до 98 %, в стовбурах дерев – 50-55 %, в листі – 79-82 %, у водоростях - 96-98%. Рослини гинуть при втраті 50% води. Людина вмирає при втраті 20-30 % води.

Важливу роль в кругообміні води відіграє транспірація, тобто випаровування її листям. Зелені рослини щорічно випаровують  $16 \cdot 10^{12}$  і розкладають  $13 \cdot 10^9$  т води.

Формально для того, щоб вся вода Землі пройшла через живі організми, потрібно 2 млн. років. Однак вільна, а особливо прісна вода виконує повний обіг крізь живі організми через коротший час. Об'єм річкового стоку України становить 52 млрд. м<sup>3</sup> в рік, або 86,6 тис. м<sup>3</sup> в рік на 1 км<sup>2</sup> території. На одного жителя України припадає 1130 м<sup>3</sup> води в рік, що в 15 разів менше ніж в цілому по Європі.

## 2.4. Розвиток біосфери

Протягом всієї історії людського суспільства проходить забруднення біосфери, масштаби якого сьогодні такі великі, що природні процеси метаболізму та розбавляюча здатність атмосфери та гідросфери в багатьох районах світу не в стані нейтралізувати шкідливий вплив господарської діяльності людини, в результаті чого порушуються природні системи та зв'язки в біосфері, що склалися через тривалу еволюцію, підбиваючи здатність природних комплексів до саморегулювання.

В зв'язку з оптимізацією взаємодії людини з природою навколишнього середовища, зростанням ролі людини в управлінні ходом еволюції біосфери зростає роль соціологічних чинників або соціосфери (сукупність філософських, моральних, правових, суспільно-політичних, культурних та інших принципів та інституцій).

Біосфера нашої планети постійно розвивається. Першим етапом її розвитку можна вважати період від виникнення життя на Землі до початку промислової революції (початок ХІХ ст.). В цей період стійкий гомеостаз біосфери забезпечується функціонуванням трьох груп компонентів:

1. Продуцентами (П) - організмами (авто- і хемотрофами), що створюють органічну речовину за рахунок утилізації сонячної енергії, води, сірководню, аміаку, вуглекислого газу та мінеральних солей. До цього типу належать рослини, яких на Землі є ~ 350 000 видів.

2. Консументами (К, або гетеротрофами різних рівнів, які трансформують

енергію автотрофів в більш складні речовини тваринного походження і які забезпечують виконання перетворюючої діяльності людини на Землі. Кількість видів цієї групи найбільша (понад 1,5 млн.).

3. Деструкторами (Д), або редуцентами (Р), які забезпечують розпад складних органічних сполук та перетворення їх в мінеральні або прості органічні речовини. Це переважно мікроорганізми та гриби - їх нараховується ~ 75 тис. видів.

Під біотичним кругообміном - розуміють надходження хімічних елементів з ґрунту і атмосфери в живі організми, перетворення цих елементів у нові складні сполуки і повернення їх у ґрунт, атмосферу і воду в процесі життєдіяльності із щорічним випаданням частини органічної речовини або з повністю відмерлими організмами.

Кругообіг речовин біологічний, біотичний кругообіг речовин - послідовна безперервна циркуляція хімічних елементів в екосистемі (біогеоценозі) внаслідок взаємодії абіотичних чинників і живих організмів. Зумовлюється існуванням в екосистемі продуцентів, консументів, редуцентів; обміни речовин взаємопов'язані. Через живі організми відбувається кругообіг біогенних елементів, які містяться в повітрі, ґрунті, воді і перетворюються на органічні речовини (вуглеводи, ліпіди, амінокислоти тощо) або поглинаються у вигляді неорганічних йонів автотрофами, потім використовуються гетеротрофами та мікроорганізмами-деструкторами. Останні розкладають виділення організмів, рослинні рештки і трупи з утворенням розчинних мінеральних елементів або газоподібних сполук, які повертаються у ґрунт, воду й атмосферу. Кругообіг речовин забезпечує потрібні елементи зовнішнього і внутрішнього середовища живих організмів, надає стійкості екосистемі і сприяє її саморегуляції.

Оскільки в цей період людська діяльність ще не набула великих руйнівних масштабів, біотичні кругообіги в системі П, К, Д забезпечують саморегулюючу (самоочищуючу, самовідновлюючу) роль біосфери. Біосфера легко переробляє відходи виробничої діяльності людини. Цей період можна назвати періодом природного розвитку біосфери.

В другому періоді (початок ХІХ - середина ХХ ст.) виробничо-технічна та господарська діяльність людини досягає таких масштабів, що в глобальній екосистемі біосфери інтенсивно проявляється четвертий компонент - господарська діяльність людини (Н), що різко порушує утворені біотичні кругообіги речовин і викликає кризові ситуації в біосфері. В цей період людство небувалими раніше темпами створює техносферу, тобто сукупність міст, заводів, фабрик, транспортних та інженерних засобів тощо. Деякі технократи іменують техносферу навіть "другою природою".

У середині ХХ ст. виявилось, що для подальшого стійкого розвитку суспільства необхідна раціональна взаємодія суспільства з природою. В цей час з'являється поняття біотехносфера, що відбиває нібито перехідний етап від техносфери до ноосфери, тобто сучасний період розвитку біосфери. Відповідно до вчення В.І. Вернадського про ноосферу (враховуючи, що біосфера в зв'язку з негативним впливом, що посилюється, людини на природу та природні ресурси, з часом може виявитись непридатною для життя людей), людство повинно вміти управляти природними процесами в регіональному та

глобальному масштабах. Воно повинно забезпечити оптимальні взаємовідносини суспільства з природою. В.І. Вернадський назвав ноосферу сферою розуму. Отже, майбутнім періодом розвитку біосфери є ноосфера, початок якої визначити важко, скоріше за все це буде в ХХІ ст.

В епоху ноосфери рішення про розвиток людства будуть прийматись на основі глобальних та регіональних прогнозів використання та відновлення природних ресурсів, збереження навколишнього середовища та генетичного фонду природної рослинності та тваринного світу. Стійкий розвиток можливий тільки в системі керованої еволюції біосфери та збалансованої еколого-економічної господарської діяльності людини.

## ЛЕКЦІЯ 3. СУСПІЛЬСТВО І РЕСУРСИ

### 3.1. Ресурси

З кожним роком підвищується негативний ступінь нашої дії на природу. В наш час басейни рік, які течуть в густонаселених промислових районах (а це майже всі ріки США, Японії, європейських країн, в тому числі 2/3 рік України), вийшли з "природного" стану і перетворилися в своєрідні транспортні, енергетичні водопровідні і одночасно каналізаційні системи. В аналогічному стані знаходяться і повітряні басейни великих промислових центрів. Це не може не викликати турботу відносно незворотних і небажаних для людини змін в природному середовищі. В зв'язку з цим особлива увага приділяється розрахункам ефектів, які виникають в природному середовищі в результаті неспеціальної дії на нього людини, а також розробки цілеспрямованого перетворення природного середовища.

Ресурси - це будь-які джерела і передумови одержання необхідних людям матеріальних і духовних благ, які можна реалізувати при існуючих технологіях і соціально-економічних відносинах. Ресурси поділяються на три групи: матеріальні, трудові, в тому числі інтелектуальні та природні.

Матеріальні ресурси - це нагромаджені протягом економічної діяльності матеріальні багатства, які знаходяться на службі у суспільства (будівлі, транспортні засоби, продукція галузей промисловості, поголів'я худоби тощо).

Трудові ресурси - це кількість, освітньо-культурний рівень і стан здоров'я частини населення, зайнятої суспільнокорисною працею.

Природні ресурси - це природні об'єкти і явища, що використовуються в теперішньому, минулому і майбутньому для прямого і непрямого споживання, які сприяють створенню матеріальних багатств, відтворенню трудових ресурсів, підтриманню умов існування людства і підвищують якість життя. Тіла і сили природи (природні блага) суспільна, користь від яких додатно або від'ємно змінюється в результаті трудової діяльності людини, використовуються (або потенційно придатні до використання) як засоби праці (земля, водні шляхи, вода для зрошення), джерела енергії (гідроенергія, атомне паливо, запаси паливних копалин), сировина і матеріали (мінерали, ліси, ресурси технічної води тощо).

Природні ресурси поділяють на три основні альтернативні групи:

1. Відновлювані та невідновлювані - це ті, які можуть і не можуть бути економічно відновлені для господарства, наприклад, за допомогою посиленого пошуку нових джерел або залучення раніше невикористовуваних за економічними міркуваннями резервів (за допомогою геологічної розвідки і удосконалення технологій добування відновлюються мінеральні ресурси).

2. Поновлювані і непоновлювані - здатні і не здатні до самовідновлення (через розмноження або інші природні цикли відновлення) за терміни сумірні з термінами їх споживання (тому рослинність, вода в річці - поновлювані ресурси, а ґрунт, мінеральні багатства - непоновлювані).

3. Замінні і незамінні - ті, які можуть і не можуть бути замінені іншими, наприклад, паливно-мінерально-енергетичні ресурси можна замінити



гідроенергією, атомною, вітровою, сонячною енергією, а кисень повітря, види живого, прісну, чисту воду для пиття неможливо замінити нічим.

Сировина - це предмети праці, піддані раніше дії праці, які підлягають подальшій переробці (наприклад, добута руда, зістрижена шерсть). Переважно мається на увазі те, що сировина призначена для будь-якої галузі промисловості: легкої, важкої, харчової тощо; частина природних ресурсів, головним чином корисних копалин, які використовуються у виробництві.

Ресурси літосфери - всі природні ресурси, які містяться в літосфері Землі (наприклад, мінеральні); всі придатні до використання речовини складової літосфери, які використовуються в господарстві, такі як мінеральна сировина або джерела енергії (рудні та нерудні, гідротермічні джерела тощо).

Ресурси мінеральні рудні - корисні копалини, з яких видобувають метали.

Ресурси мінеральні нерудні - неметалеві корисні копалини, тобто ті, з яких не видобувають метали.

Ресурси океану - всі природні ресурси, які містяться в частині гідросфери Землі, подані Світовим океаном. Сюди входять і мінеральні ресурси дна океану.

Ресурси ґрунтово-земельні - ресурси всіх сільськогосподарських угідь (ріллі, сіножатей, пасовищ тощо) або усього ґрунтового покриття незалежно від форм його використання.

Ресурси біологічні - джерела і передумови одержання необхідних людям матеріальних і духовних благ, розміщених в об'єктах живої природи (промислові об'єкти, культурні рослини, домашні тварини, мікроорганізми, які розкладають органічні речовини до мінерального стану). Фактично ресурси біологічні - усі живі середовищеутворюючі компоненти біосфери - продуценти, консументи та редуценти з вміщеним в них генетичним матеріалом.

Щоб зберегти природу та її ресурси для нащадків, необхідно вже сьогодні поставити наші стосунки з природою на чітку наукову основу. В даний час екологічні проблеми щільно переплітаються не тільки з питанням технології, але і економіки, політики, моралі, права, естетики, освіти. Тому раціональне використання природних ресурсів та ефективні заходи по охороні навколишнього середовища можливі тільки на основі знань законів природи та їх розумного застосування. Іншими словами, від споживацького ставлення до природи людина повинна перейти до співробітництва з нею і зіставляти свою господарську діяльність із можливостями природи.

### 3.2. Потреби суспільства

Щоб забезпечити своє існування, ми повинні мати харчі, воду, житло, одяг тощо. Все це неминуче передбачає утворення різного роду відходів, які надходять в навколишнє середовище, що, своєю чергою, можна розглядати, як своєрідний вплив на природне середовище. Для уникнення непотрібної, а інколи навіть і непоправної шкоди, такий вплив повинен ретельно плануватися. При цьому необхідне ефективне задоволення своїх потреб за рахунок природи, поєднуване з активним захистом природного середовища від наслідків нашої діяльності. Як правило, ці завдання не є взаємовиключаючими, хоча в деяких випадках ми вимушені приймати компромісні рішення.

Кількість відходів, які припадають на типове місто з населенням 1 млн. осіб, є досить значна. Так, щоденно у міську каналізацію надходять 80 % кількості води (~0,6 т), яка подається на одного жителя, утворюється 150 т сажі, зольного пилу та інших забрудників повітря та 200 т твердих відходів (рис. 3.1).

За об'ємом потік води значно переважає два інші потоки. Забруднення повітря відбувається переважно за рахунок спалювання палива. Більша частина забруднювачів повітря (сажі та зольного пилу) утворюється при спалюванні вугілля на електростанціях. На добре спроектованих електростанціях понад 90 % частинок може бути вилучено з газів, які викидаються димовою трубою. Для міста, яке розглядають, можна припустити, що із 150 т частинок, які викидають всі споживачі палива, 135 т вилучають до того, як вони досягнуть атмосфери. Всі інші види викидів забруднюють атмосферу в об'ємах, вказаних на схемі. Двоокис сірки ( $\text{SO}_2$ ) утворюється в результаті використання призначеного для побутових цілей палива, що містить сірку.

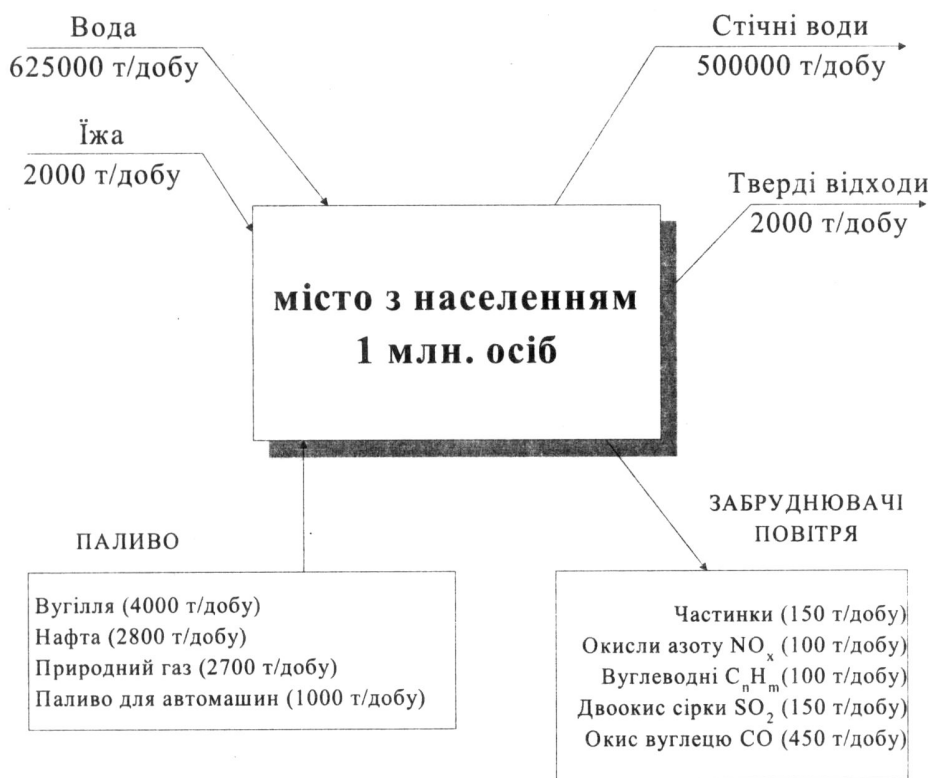


Рис. 3.1. Схематичне зображення трьох основних вхідних (вода, їжа та паливо) та трьох вихідних (стічні води, тверді відходи та забруднювачі повітря) потоків, які є загальними для усіх міст

### 3.3. Демографічний вибух і обмеженість географічного простору та природних ресурсів. Урбанізація

Демографічний вибух - це різке збільшення народонаселення, пов'язане із зміною соціально-економічних або загальноекономічних умов життя (включаючи рівень охорони здоров'я).

Протягом тисячоліть населення Землі не перевищувало 500 млн. жителів, причому в підтриманні цього постійного рівня відігравали роль такі

регулятори, як голод і чума та різні катаклізми. З середини XVIII ст. почався швидкий приріст населення і в 1900 р. населення Землі досягло 1 млрд. 520 млн. осіб, до 1930 р. - 2 млрд. осіб, в 1970 р. - 3,5 млрд. осіб, а вже в 1987 р. понад 5 млрд. осіб. В 1999 р. з'явилась 6 млрд. особа. Одночасно з концентрацією виробництва зростає концентрація населення в містах так звана урбанізація: ріст і розвиток міст, перевага міського населення над сільським. Першим містом з 1 млн. жителів був Рим за Юлія Цезаря (~10 р. до н.е.). Зараз найбільшим містом є Мехіко - 19 млн. жителів (разом з передмістям 31 млн. жителів), Сан-Паулу - 25 млн. жителів; Калькутта, Сеул ~ 19-20 млн. жителів; Каїр, Джакарта - 16 млн. жителів. У 1980 р. загальна площа урбанізованої землі становила 4,69 млн. км<sup>2</sup> і очікується, що в 2070 р. - 19 млн. км<sup>2</sup> (~20 % придатної для життя території суші). До 2020 р. міське населення перевищить 4 млрд. жителів і за чисельністю випередить сільське населення планети. До 2070 р. практично все населення буде жити у селищах міського типу. Усе це може призвести до нестачі продовольства, енергетичних ресурсів, забруднення навколишнього середовища і, як наслідок, погіршення здоров'я людей.

Екологічна система - це взаємопов'язана єдина функціональна сукупність організмів і абіотичного середовища їх проживання.

Екосистема - основна функціональна одиниця екології, оскільки вона включає в себе організми (біотичні суспільства) і абіотичне середовище, причому кожна з цих частин впливає на іншу і обидві необхідні для підтримання життя в тому виді, в якому воно існує. Основу екосистеми, як і біосфери (глобальної екосистеми) в цілому, становлять кругообіги речовин під дією енергії. Всі живі організми, які заселяють екосистему, виконують в ній чітко визначену функцію (дивись: продуценти, консументи, біоредуценти).

Усі живі і неживі компоненти екосистеми пов'язані процесами взаємного обміну речовин та енергії

Усі екосистеми мають загальний принцип будови і діяльності, всі вони складаються з живих організмів і фізичного середовища їх проживання і знаходяться у взаємодії з ним. Це відноситься як до водних екосистем, так і до екосистем суші; це притаманно і крупним за розміром та за просторовим розташуванням екосистемам, і маленьким (це і біосфера як глобальна екосистема, і, наприклад, ставок чи поляна в лісі).

Трофічний рівень - це сукупність організмів, які одержують перетворену в їжу енергію Сонця і хімічних реакцій (від автотрофів) через однакову кількість посередників трофічного ланцюга: перший рівень (без посередників) - продуценти; другий - первинні консументи (організми, які живляться тільки рослинною їжею); третій - вторинні консументи (хижаки) і паразити первинних консументів, четвертий рівень - вторинні хижаки тощо (рис. 3.2).

Класифікація екосистем:

1. Глобальна екосистема одна - це біосфера.
2. Макроекосистема (океан, континент).
3. Мезоекосистема (ліс, озеро).
4. Мікроекосистема (стовбур дерева, яке гниє).

Оптимізація екосистем - (відомо з математики): оптимізація - це одержання максимуму можливого при мінімумі затрат. В екології: прагнення до

стану найбільш близького до стану динамічної рівноваги (квазістаціонарного стану) - екологічно оптимальна густина населення, тварин, рослин, яка не веде до підриву кормової бази або виснаження ґрунтів.

### Основні закони екології

Закон мінімуму - витривалість організму визначається найслабшою ланкою в ланцюгу його екологічних потреб, тобто життєві можливості лімітують екологічні чинники, кількість і якість яких близькі до необхідного організму або екосистеми мінімуму, подальше їх зменшення призводить до загибелі організму або деструкції екосистеми.

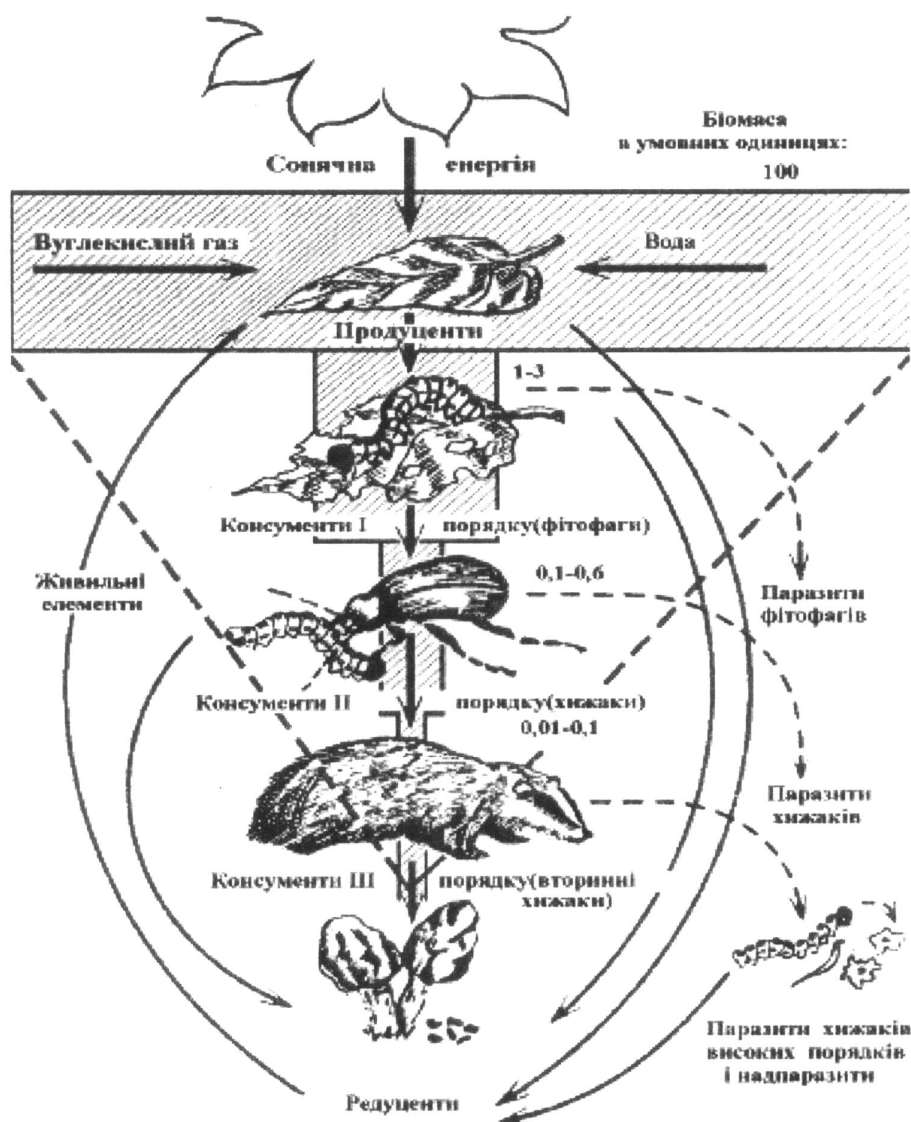


Рис. 3.2. Трофічні рівні в екосистемі і піраміда біомас

Закон толерантності - лімітуючим чинником процвітання організму може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає величину витривалості (толерантності) організму до цього чинника фактору. Зміст закону толерантності очевидний: погано і негодувати і перегодувати, все добре в міру. Закон толерантності визначає положення при якому будь-який надлишок речовини або енергії стає забруднювачем середовища. Так, надлишок води навіть у засушливих районах шкідливий і вода

може розглядатись як звичайний забруднювач, хоча в оптимальних кількостях вода тут досить корисна.

## ЛЕКЦІЯ 4. АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ БІОСФЕРИ

### 4.1. Чи можна запобігти забрудненню навколишнього середовища?

Може виникнути питання, чому взагалі допускається забруднення довкілля і чому не проводиться політика, яка б забороняла будь-яку діяльність, яка призводить до забруднення навколишнього середовища. Це означало б, що та чи інша галузь промисловості не повинна випускати нічого, крім виробленої нею продукції. Але це неможливо, оскільки, якщо ми вимагаємо, щоб промисловість випускала продукцію і виконувала певну функцію в економіці, то дія на навколишнє середовище стає неминучою. Ми можемо намагатись тільки максимально зменшити цю дію.

Викиди промислових підприємств (рис. 4.1), енергетичних систем та транспорту в атмосферу, водойми і надра досягнули таких розмірів, що в деяких районах земної кулі рівні забруднень значно перевищують допустимі санітарні норми. Це призводить, особливо серед міського населення, до збільшення кількості людей, які хворіють хронічними бронхітом, астмою, алергією, ішемією, раком тощо.

Несприятливий вплив на життєдіяльність людини проявляють шум, вібрації, інфразвук, а також дія електромагнітних полів та різних випромінювань (ультрафіолетових, інфрачервоних, світлових, йонізуючих).

Середовище проживання та діяльності людини - навколишнє середовище - характеризується сукупністю фізичних, хімічних і біологічних чинників, здатних за певних умов виявляти пряму чи побічну, негайну чи віддалену дію (вплив) на діяльність і здоров'я людини.

Питаннями розвитку навколишнього середовища займається екологія - наука про взаємовідносини живих організмів і середовища їх проживання. Рациональне розв'язання екологічних проблем можливе тільки при оптимальній взаємодії природи і суспільства, що забезпечує, з одного боку, подальший розвиток суспільства, з іншого, - збереження та підтримку відновлених сил в природі, що досягається тільки при проведенні широкого комплексу практичних заходів і наукових досліджень з охорони навколишнього середовища (ОНС).

У міру розвитку промисловості, енергетики та засобів транспорту антропогенне забруднення біосфери, зумовлене життєдіяльністю людини, безперервно зростає. Якщо в першій половині ХХ ст. негативний вплив забруднень на біосферу в багатьох регіонах світу згладжувався природними процесами, що проходять в ній, то в останні роки масштаби діяльності людини привели біосферу на межу екологічної кризи.

Науково-технічна революція, яка охопила в другій половині ХХ ст. багато країн світу, принесла людям не тільки блага, вона супроводжувалась і тіньовими явищами, а саме: забрудненням атмосфери, морських акваторій та прісних водойм; порушенням ґрунтового покриття та ландшафтів; виснаженням водних та лісових ресурсів; зменшенням численності (кількості) тварин. Екологічна криза ускладнюється експоненціальним зростанням населення планети і його урбанізацією.

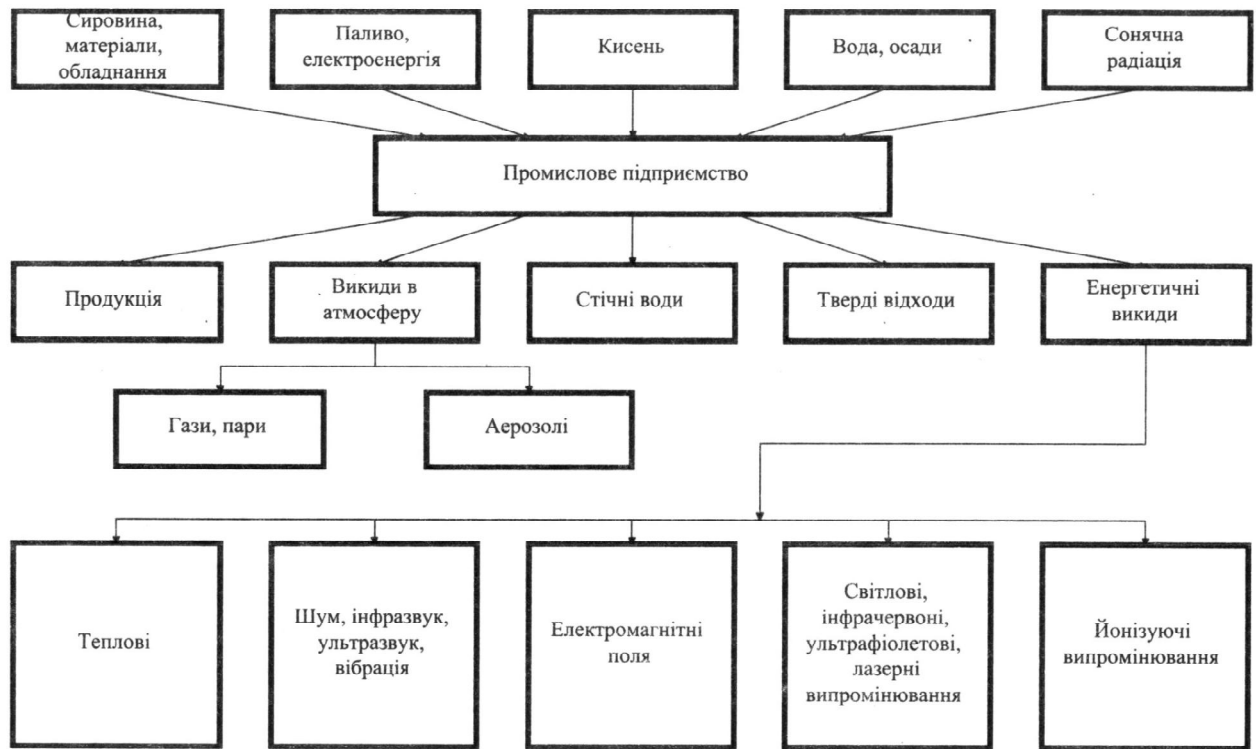


Рис. 4.1. Взаємодія промислового підприємства з навколишнім середовищем

Будь-яка діяльність виявляє негативний вплив на сумарні ресурси Землі. Так, якщо ми надаємо перевагу очищенню стічних вод, то в результаті такої діяльності утворюються відпадки іншого виду, які також повинні бути знищені (утилізовані).

Для цього необхідна велика кількість енергії. Ця енергія повинна бути знайдена десь в навколишньому середовищі, наприклад, в запасах вугілля, нафти, ядерного палива. Крім того, можна використовувати геотермальну енергію і енергію води (гідроелектростанції). Загальний ефект всієї нашої діяльності на Землі полягає в погіршенні якості її ресурсів в цілому. Здавалось би, що в результаті такої діяльності ресурси Землі повинні були б вичерпатись подібно до того, як закінчується заведення годинника. Але не потрібно забувати, що Земля постійно отримує притік нової енергії, джерелом якої є Сонце.

Таким чином, людська діяльність завдає шкоду навколишньому середовищу незалежно від наших добрих намірів і наше завдання полягає в тому, щоб зробити наслідки цієї діяльності менш згубними.

В Конституції України записано, що в інтересах теперішнього та майбутнього поколінь в Україні вживають необхідні заходи з охорони природи та науково-обґрунтованого, раціонального використання землі та її надр, водних ресурсів, рослинного та тваринного світу, для збереження в чистоті повітря та води, для забезпечення відновлення природних багатств та покращання оточуючого людину середовища. Правові основи ОНС в Україні - це сукупність природоохоронних правових норм, тобто законів та підзаконних актів.

Постанова Верховної Ради України «Про дотримання вимог законодавства

про охорону навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» вказує на необхідність підвищення відповідальності міністерств, комітетів, відомств, підприємств, організацій, а також окремих громадян за дотриманням природоохоронного законодавства.

#### 4.2. Джерела, види та масштаби забруднення навколишнього середовища

Як правило, забруднюючі речовини класифікуються відповідно до того, яку частину навколишнього середовища вони забруднюють найбільше. Але, оскільки в природі все взаємопов'язано і, наприклад, спроба розв'язати проблему забруднення води може призвести до забруднення повітря і ґрунту, тобто не можна мати справу тільки із забрудненням повітря або ґрунту, то така класифікація є не зовсім виправданою. Розглянемо основні види забруднювачів навколишнього середовища.

##### 4.2.1. Загальна характеристика забруднень атмосфери

Атмосфера завжди містить певну кількість домішок, які надходять від природних та антропогенних джерел. До домішок, які виділяють природні джерела, відносяться: пил (рослинного, вулканічного, космічного походження, що виникає при ерозії ґрунтів, частинки морської солі); туман, дим та гази від лісових пожеж; гази вулканічного походження; різні продукти рослинного, тваринного та мікробіологічного походження тощо. Рівень забруднення атмосфери природними джерелами є фоновим і мало змінюється в часі.

Більш стійкими є зони з підвищеними концентраціями забруднень, які виникають в місцях активної життєдіяльності людини. Антропогенні забруднення відрізняються різноманітністю видів та багаточисельністю джерел. Це призвело до якісно нового забруднення атмосфери, в тому числі аерозолями важких та рідкоземельних металів, синтетичними сполуками неіснуючих і тих, що не утворюються в природі, радіоактивними, канцерогенними, бактеріологічними та іншими речовинами.

В Україні основні забруднення атмосфери утворює низка галузей промисловості (30 %), автотранспорт (40 %) і теплоенергетика (30 %).

Найпоширенішими токсичними речовинами, які забруднюють атмосферу, є:

- оксид вуглецю CO - 45%;
- діоксид сірки SO<sub>2</sub> - 18%;
- оксиди азоту NO<sub>x</sub> - 10%;
- вуглеводні C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> - 15%;
- пил-12%.

Перевищення концентрацій токсичних речовин в забрудненому атмосферному повітрі над фоновими в середньому становлять:

- за оксидом вуглецю CO - 80 - 1250 і більше разів;
- за діоксидом сірки SO<sub>2</sub> - 50 - 300 разів;
- за діоксидом азоту NO<sub>2</sub> - до 25 раз;
- за озоном O<sub>3</sub> - до 7 раз.



#### 4.2.2. Джерела забруднень та склад домішок стічних вод (СВ)

На території промислових підприємств утворюються стічні води трьох видів:

- побутові,
- виробничі (промислові),
- поверхневі (атмосферні).

Побутові СВ підприємств утворюються при експлуатації на його території душових, туалетів, пралень та столових. Підприємство не відповідає за якість даних СВ і направляє їх в міські (районні) станції очищення.

Поверхневі СВ утворюються в результаті змивання дощовою, талою та поливальною водою домішок, що накопичуються на території, дахах та стінах виробничих будівель. Основними домішками цих вод є тверді частинки (пісок, камінь, тирса тощо); нафтопродукти (масла, бензин і гас), що використовуються в двигунах транспортних засобів, а також органічні та мінеральні добрива, що використовуються в заводських газонах та квітниках. Кожне підприємство відповідає за забруднення водою, тому потрібно знати об'єм СВ даного виду.

Виробничі СВ утворюються в результаті використання води в технологічних процесах. Їх кількість, склад та концентрацію домішок визначають типом підприємства, його потужністю, видами технологічних процесів, які використовуються.

Для забезпечення промислових підприємств колишнього СРСР щорічно забиралося з природних джерел водопостачання 100 млрд. м<sup>3</sup> води, при цьому 90 % цієї кількості поверталось назад у водойми з різним ступенем забруднення. Близько 10 % всього водоспоживання промисловості припадає на охолодження (підігрівання) вихідних матеріалів і продукції, деталей та вузлів технологічного обладнання; приготування різних технічних розчинів; промивання, збагачення та очищення початкових матеріалів та продукції; господарсько-побутове обслуговування.

На основі аналізу систем водопостачання визначають об'єми води, яку споживають і скидають промислові підприємства.

#### 4.2.3. Забруднення ґрунту відходами промислових підприємств

Тверді відходи промислового виробництва містять амортизаційний брухт (модернізація обладнання, оснастки, інструменту), стружки і опилки металів, деревини, пластмас тощо, шлаки, золу, осади та пил (відходи систем очищення повітря, стічних вод тощо).

Шлами із відстійників очисних споруд і прокатних цехів містять велику кількість твердих матеріалів, концентрація яких становить 20 - 300 г/л. Після знешкодження і сушіння шлаки використовують як добавки в агломераційній шихті або їх викидають у відвали. Шлаки термічних, ливарних та інших цехів становлять токсичні сполуки свинцю, хрому, міді, цинку, а також ціаніди, хлорофосу тощо.

В невеликих кількостях промислові відходи можуть містити ртуть, вилиту

із приладів та обладнання, які вийшли із експлуатації. Відходи, які утворюються на промислових підприємствах, в результаті використання радіоактивних речовин переважно становлять невелику кількість ізотопів з коротким періодом напіврозпаду до 15 діб. Відходи виробництва, технологія переробки яких ще нерозроблена, складають і зберігають до появи нової раціональної технології переробки відходів.

#### 4.2.4. Енергетичні забруднення

Джерела шуму. Шум в навколишньому середовищі - в житлових та громадських будівлях, на прилеглих до них територіях створюється одиничними або комплексними джерелами, які знаходяться ззовні або всередині будівлі. Це насамперед транспортні засоби, технічне обладнання, промислові та побутові підприємства, вентиляторні, газотурбокомпресорні установки, станції для випробовувань ГТРУ [газотурбінні рушійні установки] та ДВЗ [двигуни внутрішнього згоряння], різні аерогазодинамічні установки, санітарно-технічне обладнання житлових будівель, електричні трансформатори. Без прийняття відповідних заходів для зниження шуму його рівні можуть істотно перевищувати (на 20 - 50 дБ) нормативні величини.

За останні десятиліття спостерігається безперервне підвищення шуму у великих містах. Високий рівень шуму є і в житлових будинках, школах, лікарнях, місцях відпочинку населення тощо, що призводить до підвищення нервового напруження, стресів.

Шуми, що діють на людину, класифікуються за спектральними та часовими характеристиками.

За характером спектра шуми поділяються на широкосмугові, які мають безперервний спектр шириною понад одну октаву, та тональні, в спектрі яких знаходяться чутні дискретні тони. Тональність шуму встановлюється за результатами вимірювань рівнів звукового тиску [характеристикою постійного в часі шуму є рівні звукового тиску  $L$ , які виражаються в децибелах (дБ) в октавних смугах із середньгеометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц] в третьооктавних смугах частот, коли перевищення рівня в одній смузі над сусідніми становить не менше ніж 10 дБ.

За часовими характеристиками шуми поділяються на постійні, рівень звуку яких змінюється в часі не більше ніж на 5 дБА при вимірюваннях на часовій характеристиці шумоміру «повільно», та непостійні, для яких ця зміна перевищує 5 дБА. Непостійні шуми можуть бути:

- переривчастими, рівень звуку яких ступінчасто змінюється (на 5 дБА та більше) декілька разів за час спостережень, при цьому джерело шуму працює з перервами (паузами) між інтервалами, протягом яких (одна секунда і більше) рівень залишається постійним і таким, що перевищує рівень фонового шуму;
- такими, що коливаються в часі, рівень звуку яких безперервно змінюється;
- імпульсними, які складаються із одного або декількох звукових імпульсів (сигналів), кожний тривалістю менше ніж одна секунда, при цьому рівні звуку, які виміряні відповідно на часових характеристиках шумоміру «імпульс» та

«повільно», відрізняються не менше ніж на 7 дБА.

Для орієнтовної оцінки як характеристика постійного широкопasmового шуму приймається рівень звуку  $L_A$  в дБА, який вимірюється на часовій характеристиці шумоміру «повільно».

Людина реагує на шум залежно від суб'єктивних особливостей організму, звичного шумового фону. Подразнююча дія шуму залежить насамперед від його рівня, а також від спектральних та часових характеристик. Вважається, що шум з рівнем нижче 60 дБА викликає нервові роздратування, тому не випадково, що багатьма дослідниками встановлений прямий зв'язок між зростаючим рівнем шуму у містах та збільшенням кількості нервових захворювань.

Джерела інфразвукових хвиль. Інфразвукові джерела можуть бути як природними (обдування сильним вітром будівельних споруд або водної поверхні), так і штучними (промисловими). До останніх відносяться: механізми з великою поверхнею, які здійснюють обертальний або зворотно-поступальний рух (віброгрохоти, віброплощини тощо), з кількістю робочих циклів не більше 20 разів за секунду (інфразвук механічного походження); реактивні двигуни; ДВЗ великої потужності; турбіни; потужні аеродинамічні установки; вентилятори, компресори та інші установки, які створюють великі турбулентні маси потоків газів (інфразвук аеродинамічного походження); транспорт.

Інфразвук сприймається людиною за рахунок слухової та тактильної чутливості. Так, при частотах 2-5 Гц та рівні звукового тиску 100-25 дБ спостерігається помітний рух барабаних перетинок із-за зміни звукового тиску в середньому вусі, утруднене ковтання, головний біль. Підвищення рівня до 125-137 дБ може викликати вібрацію грудної клітки, відчуття «падіння», летаргію. Інфразвук з частотою 15-20 Гц викликає почуття страху. Відомий вплив інфразвуку на вестибулярний апарат та зниження слухової чутливості. Усі названі аномалії призводять до порушення нормальної життєдіяльності людини та проявляються навіть на достатньо віддалених від джерел інфразвуку відстанях (до 800 м). Інфразвук може виявити і побічну дію (деренчання скла, посуду тощо), що, своєю чергою, зумовлює високочастотні шуми з рівнем понад 40 дБА.

Джерела вібрації. Технологічне обладнання ударної дії (молоти та преси), потужні енергетичні установки (насоси, компресори, двигуни), рейковий транспорт підприємств і комунального господарства (метрополітен, трамвай), а також залізничний транспорт відносяться до джерел вібрації. В усіх випадках вібрації поширюються ґрунтом і досягають фундаментів громадських та житлових будівель, часто викликаючи звукові коливання. Передача вібрацій через фундаменти і ґрунт може спричинити їх нерівномірне осідання, що призводить до руйнування розміщених на них інженерних та будівельних конструкцій. Особливо це небезпечно для ґрунтів, насичених вологою. Джерелом вібрації може бути інженерне обладнання будівель (ліфти, насосні установки), системи опалення, каналізації, сміттепроводів.

В усіх випадках вібрації викликають подразнюючу дію або перешкоди для трудового процесу в громадських будівлях. Довжина зони дії вібрації в навколишньому середовищі визначається величиною їх затухання в ґрунті, яка

переважно становить 1 дБ/м (у водонасичених ґрунтах це затухання дещо більше). Найчастіше на відстані 50 - 60 м від магістралей рейкового транспорту вібрації практично затухають. Стосовно до обладнання ковальсько-пресових цехів зона дії вібрації дещо більша.

Джерела електромагнітних полів (ЕМП). Всюди є природне магнітне поле Землі, напруженість якого збільшується із широтою. Але відомі і глобальні регіональні аномалії поля в місцях залягання залізної руди. Внаслідок широкого застосування джерел електромагнітної енергії в різних галузях народного господарства, науки і техніці різко зріс загальний електромагнітний фон Землі. Особливо це помітно у великих містах із високорозвинутою промисловістю та потужними радіотехнічними об'єктами. Основні джерела ЕМП радіочастот антропогенного походження: радіотехнічні об'єкти (РТО), телевізійні та радіолокаційні станції (РЛС), термічні цехи та дільниці (в зонах, які межують із машинобудівними підприємствами). Дія на навколишнє середовище ЕМП промислової частоти найчастіше пов'язана із високовольтними лініями (ВЛ) електропередач. Джерелами постійних магнітних полів є промислові підприємства.

Зони з підвищеними рівнями ЕМП, джерелами яких можуть бути РТО та РЛС, мають розміри до 100-150 м. При цьому навіть всередині будівель, розміщених в цих зонах, щільність потоку енергії переважно вища від допустимих значень. ЕМП промислової частоти передусім поглинаються ґрунтом, тому на невеликій відстані від лінії електропередач (50 - 100 м) напруженість цього поля падає від десятків тисяч до декілька десятків вольт на метр. Спостереження та результати експериментів показали, що електромагнітні випромінювання космічного, земного та навколотемного походження відіграють певну роль в організації життєвих процесів на Землі. Так, давно відомий високий ступінь впливу сонячної активності на всі види біологічної діяльності живих організмів, на зростання епідемій різних інфекційних захворювань. Із зміною інтенсивності геомагнітного поля пов'язують річний приріст дерев, урожай зернових культур, випадки загострення інфаркту міокарда та психічних захворювань серед населення, а також кількість дорожніх катастроф. Кількісні та якісні характеристики ЕМП, що істотно відрізняються від значень, до яких людина та інші об'єкти біосфери пристосувались протягом еволюції, можуть викликати функціональні порушення, які переростають у захворювання. В зв'язку з цим, цілком справедлива постановка питання про оптимізацію електромагнітних умов, про створення так званого електромагнітного комфорту.

Дія ЕМП на довкілля пов'язана з накопиченням заряду на предметах, які не мають зв'язку із землею. В цьому випадку можливий перехід електричного потенціалу накопичених зарядів на заземлені предмети (елементи систем опалення, водопроводу та каналізації). Цей розряд може викликати в людині переляк, самовільний рух і, як наслідок, - травму.

При постійному тривалому впливі ЕМП радіочастотного діапазону на організм людини спостерігається порушення серцево-судинної, дихальної та нервової систем. Суб'єктивно це проявляється в постійних головних болях, підвищеній стомлюваності, слабкості, порушенні сну, підвищеній

дратівливості, погіршенні пам'яті тощо. Вегетативні порушення проявляються в дрижанні рук та вік, пітливість, непостійності температури тіла.

Електричне поле поблизу ВЛ також проявляє на людину негативну дію, а саме: безпосередні, що проявляються при перебуванні в електричному полі з напруженістю 1000 В/м і вище, і підсилюються із збільшенням напруженості поля та тривалості перебування в ньому; електричні розряди (імпульсний струм), що виникають при дотиканні людини до ізолюваних від землі конструкцій або при дотиканні ізолюваної від землі людини до заземлених конструкцій та об'єктів; струм стікання, що проходить через людину при контакті з ізолюваними від землі об'єктами (великогабаритними предметами, машинами та механізмами).

Крім того, електричне поле може стати причиною спалаху або вибуху парів горючих матеріалів та сумішей в результаті виникнення електричних зарядів при контакті предметів та людей з машинами та механізмами.

Джерела йонізуючих випромінювань. Дія йонізуючого випромінювання на людину може відбуватися в результаті зовнішнього та внутрішнього опромінювання. Зовнішнє опромінювання викликають джерела рентгенівського, у- випромінювання та потоки протонів та нейтронів, які знаходяться поза організмом. Внутрішнє опромінювання викликають  $\alpha$ - і  $\beta$ -частинки, які попадають з радіоактивними речовинами в організм людини через органи дихання та систему травлення.

Розвиток техніки супроводжується зростанням кількості та потужності джерел йонізуючого випромінювання. Це насамперед підприємства, які добувають та переробляють ядерне паливо, атомні електростанції (АЕС), сховища відходів, науково-дослідні інститути, дослідницькі полігони тощо.

Дози опромінювання, які створюються антропогенними джерелами (за виключенням опромінювання при медичних обстеженнях), невеликі порівняно із природним фоном йонізуючого опромінювання, що досягається використанням засобів колективного захисту. В тих випадках, коли нормативні вимоги та правила радіаційного захисту не дотримуються, рівні йонізуючого впливу різко зростають.

Найбільшу небезпеку являють собою аварійні режими роботи вказаних об'єктів. В світі працює понад 370 енергетичних ядерних реакторів, на яких відбулося вже понад 150 аварій з викидом радіоактивних речовин. Так, аварія на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС в перші дні після аварії призвела до підвищення рівнів радіації над фоною до 1000-1500 разів в зоні біля станції і до 10-20 разів в радіусі 200-250 км. При аваріях усі продукти ядерного поділу звільняються у вигляді аерозолів (за виключенням рідких газів та йоду) та поширюються в атмосфері залежно від сили та напрямку вітру. Розміри хмари в перерізі можуть змінюватися від 30 до 300 м, а розміри зон забруднення у вітряну погоду можуть мати радіус до 180 км при потужності реактора 100 МВт. Вплив радіонуклідів у водоймах значно складніший, ніж в атмосфері. Це обумовлено не тільки швидкістю розсіювання, але і їх схильністю до концентрування у водних організмах, до накопичення в ґрунті. Дослідження показали, що вода, яка становить 85 % маси Землі, містить лише 27 % радіонуклідів, а біомаса, що становить 0,1 %, накопичує до 28 %

радіоізотопів.

Міграція радіоактивних речовин в ґрунті визначається переважно її гідрологічним режимом та хімічним складом ґрунту і радіонуклідів. Меншу сорбційну здатність має піщаний ґрунт, більшу - глинистий ґрунт, суглинки та чорноземи. Високу міцність утримання в ґрунті має  $\text{Sr}^{90}$  та  $\text{Cs}^{137}$ .

Розвиток атомної енергетики супроводжується збільшенням радіоактивних відходів підприємств з видобутку та переробки ядерного палива. Активність відходів становить (Бк) [у Міжнародній системі одиниць одиницею радіоактивності є Беккерель (Бк), пов'язаний з позасистемною одиницею радіоактивності Кюрі (Кі) співвідношенням:  $1 \text{ Кі} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ ]: 1970 р. -  $5,55 \cdot 10^{20}$ ; 1980 р. -  $2,035 \cdot 10^{21}$ ; 2000 р. -  $1,11 \cdot 10^{22}$ . Головну небезпеку в екологічному відношенні являють собою відходи заводів по переробці тепловиділяючих елементів (ТВЕЛів).

## ЛЕКЦІЯ 5. НАСЛІДКИ ПРОМИСЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Прояви негативної дії забруднення складових частин біосфери - атмосфери, гідросфери, літосфери, фотосфери - досить різноманітні. Поряд зі шкодою, яка завдається здоров'ю людей, забруднення навколишнього середовища призводить до великих економічних втрат через значне зменшення продуктивності натуральних або штучних біосистем, прискорення корозії обладнання і матеріалів, прямих і непрямих опосередкованих втрат продукції.

Природно, що велике занепокоєння викликає руйнівна дія забруднень біосфери на здоров'я людини, характер якого може бути найрізноманітніший.

Це насамперед токсична дія багатьох хімічних речовин, яка призводить до гострого або хронічного отруєння організму. Багато агресивних речовин, а також випромінювань великої інтенсивності можуть викликати травматичні пошкодження різних органів (шкіри, зору, слуху). Багато речовин, які містяться у відходах виробництва, викликають зміни відчуття організму до зовнішньої дії - алергію. Нарешті, деякі речовини і випромінювання є канцерогенами або мутагенами, тобто можуть стати причиною ракових захворювань або гепатичної патології.

Говорячи про шкоду, яку наносить забруднення живим організмам, неможливо не згадати про явища синергізму і антагонізму, акумуляції та інтерменуючої дії шкідливих речовин.

Ефект синергізму полягає в тому, що сумісна дія різних відходів виробництва, які погіршують якість навколишнього середовища, виявляється більш шкідливою, ніж би вони діяли незалежно один від одного. Так, окремо той чи інший хімічний продукт, який викидається підприємством в біосферу, може бути порівняно нешкідливим. Інше підприємство, яке розташоване поруч, викидає інший продукт в межах допустимої концентрації. Однак при взаємодії цих двох продуктів може утворитись сполука, яка являє собою небезпеку для біосфери.

Наприклад, якщо концентрація сірчистого ангідриду і канцерогенних речовин в забрудненій атмосфері збільшиться в 2 рази, то небезпека, яку вони представляють, виросте більше ніж вдвоє, оскільки окиси сірки послаблюють захисний механізм легенів і роблять їх більш сприйнятливими до канцерогенів.

Можливий і зворотний ефект, коли сумісна дія на біосферу двох або декількох речовин виявляється менш шкідливою, ніж вони діяли б поодиноці. Таке явище називається антагонізмом.

Деякі живі організми мають властивість до акумуляції певних хімічних і радіоактивних речовин, тобто до накопичення їх в своїх органах. Багато водоростей здатні підвищувати концентрацію радіоактивних речовин у своєму тілі порівняно із середовищем, в сотні і тисячі разів. Акумулюють шкідливі речовини також багато видів риб і птахів. Застосування їх в їжу небезпечно для здоров'я і життя людини.

Інтермінуюча дія шкідливих речовин полягає в тому, що їх концентрація в навколишньому середовищі постійно змінюється з часом. Як показують експериментальні дослідження, інтермінуюча дія може в одних випадках

послабити, а в інших - підсилити токсичний ефект, порівняно з дією постійних концентрацій. Питання дії забруднень навколишнього середовища на живі організми і організм людини в більшості випадків ще залишаються відкритими і вимагають подальшого вивчення.

### 5.1. Забруднення атмосфери

Оксиди вуглецю, сірки, азоту, вуглеводи, сполуки свинцю, пил тощо, які надходять в атмосферу, мають різну токсичну дію на організм людини. Наведемо властивості деяких домішок.

Оксид вуглецю CO. Діє на нервову та серцево-судинну систему, викликає задуху. Токсичність CO зростає при наявності в повітрі оксидів азоту, в цьому випадку концентрацію CO в повітрі необхідно знижувати в 1,5 раза.

Оксиди азоту  $Ш_x$  (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO<sub>5</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). В атмосферу викидаються переважно діоксид азоту NO<sub>2</sub>, який подразнює діє на органи дихання. Особливо небезпечні оксиди азоту в містах, де вони взаємодіють з вуглеводнями викидних газів, утворюючи фотохімічний туман - смог. При контакті з вологою поверхнею слизової оболонки оксиди утворюють кислоти HNO<sub>3</sub> і HNO<sub>2</sub>, які призводять до захворювання легенів.

Діоксид сірки SO<sub>2</sub>. Газ, який подразнює слизові оболонки очей і дихальні шляхи. Найчутливішими до SO<sub>2</sub> є хвойні та листяні ліси, оскільки він накопичується в листі та хвої, в результаті чого порушується фотосинтез та дихання хвої.

Вуглеводні (пари бензину, пентан, гексан тощо). Мають наркотичну дію, в малих концентраціях викликають головний біль.

Сполуки свинцю. В організм через органи дихання надходить близько 50 % сполук свинцю. Під дією свинцю порушується синтез гемоглобіну, виникає захворювання дихальних шляхів, сечостатевої системи, нервової системи. Особливо небезпечні сполуки свинцю для дітей дошкільного віку.

Атмосферний пил. В атмосфері постійно присутній пил різного походження та хімічного складу. При неповному згорянні палива утворюється сажа, яка являє собою високодисперсний нетоксичний порошок, що на 90 - 95 % складається із частинок вуглецю. Сажа має високі адсорбційні властивості по відношенню до важких вуглеводів, і в тому числі до бенз(а)пірену, що робить сажу досить небезпечною для здоров'я людини. Джерелом атмосферного пилу є зола, яка утворюється при згорянні палива.

### 5.2. Забруднення гідросфери

До найшкідливіших органічних забруднювачів гідросфери відносять нафту і нафтопродукти. Щорічно в Світовий океан надходить 5-10 млн. т нафти і нафтопродуктів, із яких частка промислових підприємств і транспорту становить приблизно 30-35 %. Наявність на поверхні водойм плівок масла, жирів, мастильних матеріалів перешкоджає газообміну між водою і атмосферою, що знижує насиченість води киснем. Забруднення вод нафтою насамперед проявляє негативний вплив на стан фітопланктону і є причиною



масової загибелі птахів.

Основні неорганічні (мінеральні) забруднювачі прісної і морської води - сполуки свинцю, миш'яку (арсену), ртуті, хрому, міді тощо.

Відходи, які містять мінеральні забруднення переважно локалізуються біля берегів, лише деяка їх частина відноситься за межі територіальних вод. Особливо небезпечне забруднення води ртуттю, оскільки зараження морських організмів може стати причиною отруєння людей (хвороба мінамата).

### 5.3. Забруднення літосфери

Значно загострилась проблема ліквідації твердих промислових та побутових відходів, які істотно впливають на зміну хімічного складу ґрунту, що викликає погіршення його якості. Сильне забруднення ґрунту важкими металами в сукупності з джерелами сірчистих забруднень, які утворюються при згорянні кам'яного вугілля, призводить до виникнення техногенних пустель. В ґрунтах підзолистого типу з високим вмістом заліза при взаємодії із сіркою утворюється сірчисте залізо, яке є сильною отрутою. В результаті в ґрунті знищується мікрофлора (водорості, бактерії), що призводить до втрати родючості. Найчутливішими до цих забруднень є хвойні породи. Стійкішими є верба та осика.

Ґрунт стає мертвим при вмісті в ньому 2-3 г свинцю на 1 кг ґрунту (довкола деяких підприємств вміст свинцю в ґрунті досягає 10-15 г/кг). В тих випадках, коли промислові і побутові відходи вивозять на звалище (сміттєзвалища), утворюється реальна загроза значних забруднень атмосфери, поверхневих та ґрунтових вод, а це, своєю чергою, призводить до забруднення та нерационального використання земельних угідь, неминуче зростають транспортні витрати і безповоротно втрачаються цінні матеріали і речовини.

Ґрунтові води в результаті взаємодії вологи і забрудненого ґрунту закислоються до рН середовища 2,5-3,5 (при рН=7 середовище нейтральне). Донні осади водойми, які знаходяться поблизу, забруднюються важкими металами завглибшки до 3-5 м.

### 5.4. Інші забруднення навколишнього середовища

Щорічно в навколишнє середовище нашої планети надходить до  $2 \cdot 10^{20}$  Дж тепла, що супроводжується викидами в атмосферу  $18 \cdot 10^9$  т  $\text{CO}_2$ . Основними джерелами теплових викидів є процеси згоряння органічного палива і об'єкти ядерної енергетики (АЕС). Теплові викиди призводять до зростання середньорічної температури атмосфери на Землі, зниження сніжно-льодового покриття і, як наслідок, до зменшення відбиваючої здатності планети. Все це стимулює подальше підвищення середньої температури земної поверхні. За даними Національної Академії наук США у середині XXI ст. температура атмосфери Землі зросте приблизно на  $5,5$  °С. При цьому за рахунок танення льодовиків та полярних льодів в найближчі 25 років очікується підвищення рівня Світового океану на 10 см.

Утворення кислотних дощів пов'язане з надходженням у вологу атмосферу

оксидів сірки та азоту. Особливу небезпеку являють собою стаціонарні джерела (ТЕС та ін.). Кислотні дощі знижують родючість ґрунту, погіршують здоров'я населення, негативно впливають на флору та фауну, руйнують металоконструкції тощо.

Викиди тепла у водойми викликають підвищення температури води, що призводить до зменшення вмісту розчинених в ній кисню, вуглекислоти та азоту, що проявляється на рості фауни (відтворення риб, комах і рослин).

Серед різноманітності хімічних речовин і фізичних чинників, які поступають в навколишнє середовище, найнебезпечнішими є канцерогени - речовини або чинники, які здатні викликати в живих організмах розвиток злоякісних утворень. З організму канцерогени не виводяться.

До фізичних канцерогенних чинників відносять рентгенівське проміння, радіоактивні ізотопи та інші види радіоактивного забруднення середовища, а також ультрафіолетове проміння у великих дозах. Високі рівні фізичних канцерогенних чинників можуть насамперед проявлятися в зонах, які примикають до аварійних об'єктів ядерної енергетики.

Малі дози опромінення можуть призвести до ракових захворювань, які переважно проявляються через багато років після опромінення. Пошкодження, що викликаються великими дозами опромінення, проявляються через кілька годин або днів.

## ЛЕКЦІЯ 6. ОСНОВНІ ЗАХОДИ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 6.1. Захист атмосфери

Захист навколишнього середовища (НС) - це комплексна проблема, яка вимагає зусиль вчених багатьох спеціальностей. Найефективнішою формою захисту НС від шкідливого впливу викидів промислових підприємств є повний перехід до безвідходних і маловідходних технологій та виробництв.

Важлива роль в захисті НС відводиться заходам з раціонального розміщення джерел забруднення:

- винесення промислових підприємств з великих міст в малонаселені райони з несприятливими та малосприятливими для сільськогосподарського використання землями;
- оптимального розміщення промислових підприємств з врахуванням топографії місцевості і «рози вітрів»;
- встановлення санітарно-захисних зон довкола промислових підприємств;
- раціонального планування міської забудови, що забезпечує оптимальні екологічні умови для людей і рослин;
- організації руху транспорту з метою зменшення викидів токсичних речовин в районі житлової забудови.

#### 6.1.1. Нормування домішок атмосфери

Гранично допустимі концентрації (ГДК) домішок

Основною фізичною характеристикою домішок атмосфери є концентрація - маса (мг) речовини в одиниці об'єму ( $\text{м}^3$ ) повітря при нормальних умовах. Концентрація домішок визначає фізичний, хімічний та інші види впливу речовин на людину та НС і є основним параметром при нормуванні вмісту домішок в атмосфері.

ГДК - це максимальна концентрація домішок в атмосфері, віднесена до певного часу усереднення, яка при періодичному впливі або протягом всього життя людини не проявляє ні на неї, ні на НС в цілому шкідливого впливу (включаючи віддалені наслідки).

Максимально разова ГДК<sub>max</sub> - основна характеристика небезпечності шкідливої речовини. Вона встановлюється для попередження рефлекторних реакцій у людини (відчуття запаху, світлової чутливості, зміна біоелектричної активності головного мозку тощо) при короткочасній дії атмосферних домішок.

Середньодобова ГДК<sub>сд</sub> встановлюється для попередження загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного та іншого впливу речовини на організм людини.

#### 6.1.2. Пристрої для очищення промислових викидів

Класифікація пилепасток ґрунтується на принципових особливостях процесу відділення твердих частинок від газової фази, це:

- обладнання для вловлювання пилу сухим способом, до якого відносяться циклони, пилоосаджувальні камери, вихорові циклони, жалюзійні та ротаційні пиловловлювачі, електрофільтри, фільтри;

- обладнання для вловлювання пилу мокрим способом, до якого відносяться скрубери Вентурі, форсункові скрубери, пінні апарати тощо.

#### А. Сухі пиловловлювачі.

##### Циклони

Широке застосування для сухого очищення газів отримали циклони різних типів.

Для очищення великих мас газів використовуються батарейні циклони, які складаються з великої кількості паралельно встановлених циклонних елементів. Конструктивно вони об'єднуються в один корпус і мають спільне підведення та відведення газу.

Газовий потік вводиться в циклон (рис. 6.1) патрубком 2 по дотичній до внутрішньої поверхні корпусу 1 і здійснює обертово-поступальний рух вздовж корпусу до бункера 4. Під дією відцентрової сили частинки пилу утворюють на стінці циклона пиловий шар, який разом з частиною газу попадає в бункер 4. Відділення частинок пилу від газу, що попав в бункер, проходить при повороті газового потоку в бункері на 180°.

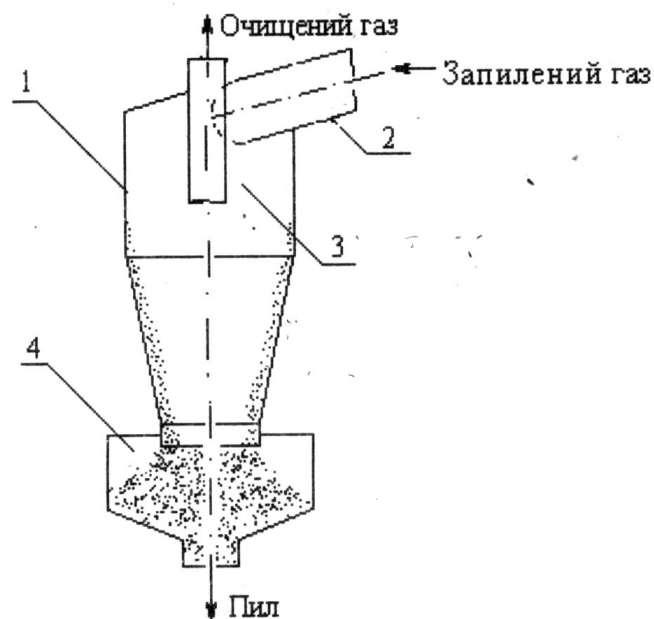


Рис. 6.1. Циклон: 1 - корпус; 2 - вхідний патрубок; 3 - центральна вихідна труба; 4 - пороховий бункер; 5 - шибер

Звільнившись від пилу, газовий потік утворює вихор і виходить із бункера, даючи початок виходу газу, що покидає циклон через вихідну трубу 3. Для нормальної роботи циклона необхідна герметичність бункера. Якщо бункер негерметичний, то із-за підсмоктування зовнішнього повітря відбувається винесення пилу з потоком через вихідну трубу. Очищуються гази

циліндричними та конічними циклонами.

### Ротаційні порохопастки

Ротаційні порохопастки відносяться до апаратів відцентрової дії, які одночасно з переміщенням повітря очищають його від фракції пилу понад 5 мкм. Вони мають значну компактність, оскільки вентилятор і пиловловлювач переважно суміщені в одному агрегаті. В результаті цього при монтажі та експлуатації таких машин не вимагається додаткових площ, необхідних для розміщення спеціальних пиловловлюючих пристроїв при переміщенні запиленого потоку звичайним вентилятором.

Конструктивна схема найпростішого пиловловлювача ротаційного типу показана на рис. 6.2. При роботі вентиляторного колеса 1 частинки пилу за рахунок відцентрових сил відкидаються до стінки спіралеподібного кожуха 2 і рухаються по ній в напрямку викидного отвору 3. Газ, збагачений пилом, через спеціальний отвір 3 виводиться в пилевий бункер, а очищений газ надходить у викидну трубу 4. Такі машини забезпечують достатньо високу ефективність очищення газу при вловлюванні порівняно великих частинок пилу (понад 20-40 мкм).

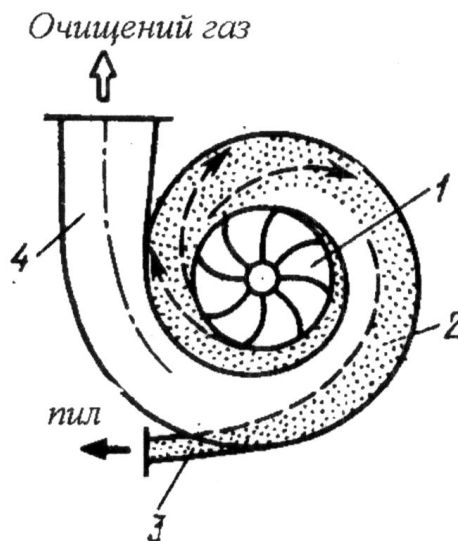


Рис. 6.2. Порохопастка ротаційного типу: 1 - вентиляційне колесо; 2 - кожух; 3 - пороховикидний отвір; 4 - викидна труба очищеного газу

Більш перспективними порохопастками ротаційного типу, які призначені для очищення повітря від частинок розміром  $< 5$  мкм, є ПРП - протитечіні ротаційні пиловідділювачі.

Вихорові пиловловлювачі (ВПУ) також відносяться до апаратів відцентрової дії. Особливістю ВПУ є висока ефективність очищення газу від найтонших фракцій ( $< 3-5$  мкм), що дає змогу в деяких випадках конкурувати з фільтрами.

### Радіальні порохопастки

В радіальних пиловловлювачах (рис. 6.3) відділення твердих частинок від газового потоку проходить при сумісній дії гравітаційних та інерційних сил.

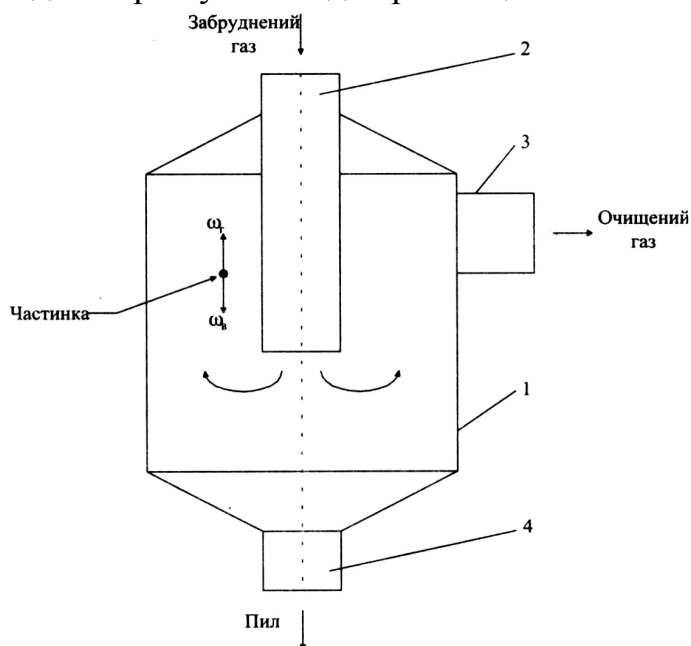


Рис. 6.3. Радіальний пиловловлювач: 1 - корпус; 2 - вхідна труба запиленого газу; 3 - викидна труба очищеного газу; 4 - труба для вивантаження вловленого пилу

Останні виникають при повороті газового потоку на  $180^\circ$  за зрізом вхідної труби 2. Середня швидкість піднімання газу  $\omega_r$  в корпусі 1 переважно становить  $< 1$  м/с, при цьому для осідаючих частинок повинна виконуватись умова  $\omega_b > \omega_r$ , де  $\omega_b$  - швидкість витання частинок.

Ефективність очищення газу від частинок розміром 25-30 мкм переважно становить 65-85 %.

### Електрофільтри

Електрофільтр - один із найдосконаліших видів очищення газів від завислих в них частинок пилу та туману. Цей процес ґрунтується на ударній йонізації газу в зоні коронуючого розряду, передачі заряду іонів до частинок домішок та осадження останніх на осаджувальних та коронуючих електродах.

Забруднений газ подається у нижню частину електрофільтра. За допомогою кабелю висока напруга подається на електроди електрофільтра. В утвореному при цьому неоднорідному електричному полі довкола від'ємного центрального електрода 1, який називається коронуючим, вмонтованого в корпус електрофільтра через ізолятор 2 і натягнутого вантажем 3, виникає коронарний розряд. Одержавши від коронарного електрода від'ємний заряд, частинки пилу рухаються до додатного (осаджувального) електрода 4, яким є стінки електрофільтра, з'єднаного з додатним контактом випрямляча В. Корпус апарата заземлено - б. Очищений газ виводиться з верхньої частини фільтра. Пил видаляється з низу електрофільтра. Ступінь очищення, який досягається за допомогою електрофільтра, - 99,9 %.

В промисловості використовуються декілька типових конструкцій сухих та

мокрих електрофільтрів для очищення технологічних домішок.

Сухі електрофільтри використовуються для тонкого очищення газів від пилу різних видів.

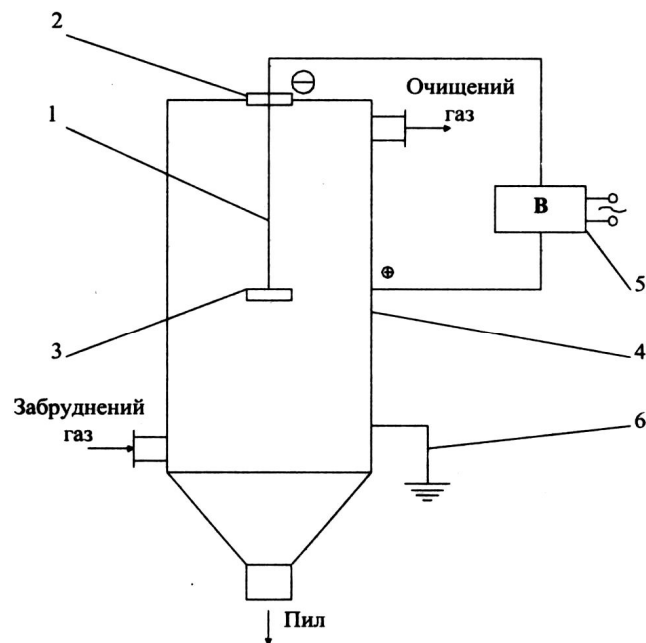


Рис. 6.4. Принципова схема електрофільтра: 1 - коронуючий електрод; 2 - ізолятор; 3 - вантаж; 4 - осаджуючий електрод; 5 - випрямляч; 6 - заземлення; 7 – патрубок для подачі забрудненого газу; 8 - патрубок для виведення очищеного газу; 9 - патрубок для виведення вловленої пилу

## Фільтри

Фільтри широко використовуються для тонкого очищення газових викидів від домішок.

Процес фільтрування полягає в затриманні частинок домішок на пористих переділках при русі через них дисперсних середовищ. Принципова схема газового фільтра показана на рис. 6.5. У фільтр надходять забруднені газу, які очищаються при проходженні через фільтроелемент. Частинок домішок осідають на вхідній частині пористої переділки та затримуються в порах, утворюючи на поверхні переділки 2 шар осаду 3, і, таким чином, стають для домішок, які надходять, частиною фільтруючої переділки, що збільшує ефективність очищення фільтра, і перепад тиску на фільтроелементі зростає.

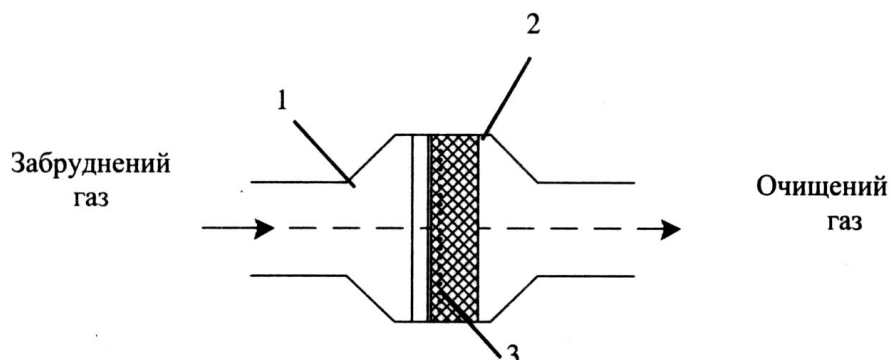


Рис. 6.5. Принципова схема газового фільтра: 1 - корпус; 2 - фільтроелемент; 3 - шар осаду

Класифікація фільтрів ґрунтується на типі фільтрувальної переділки, конструкції фільтра та його призначення, тонкості очищення. За типом переділки фільтри бувають:

- із зернистими шарами;
- з гнучкими пористими переділками (тканинні);
- з напівгнучкими пористими переділками (плетені сітки, пресовані стружки тощо);
- з жорсткими пористими переділками (пориста кераміка, пористі метали тощо).

За конструктивною ознакою газові фільтри бувають:

- рукавні;
- коміркові (рамкові та каркасні);
- рулонні.

Акустична коагуляція. Якщо на запылений газ подіяти звуком або ультразвуком високої інтенсивності, то частинки, які містяться в ньому, починають коливатись, і, стикаючись між собою, злипаються і укрупнюються, в результаті чого спрощується і полегшується їх видалення.

Промислове застосування акустичного методу знепылення газових викидів в Україні поки що обмежене.

## Б. Мокрі пиловловлювачі

Апарати мокрого очищення газів мають широке застосування, оскільки характеризуються високою ефективністю очищення від дрібнодисперсного пилу з  $d_p < (0,3-1,0)$  мкм, а також можливістю очищення від пилу горючих та вибухонебезпечних газів.

Апарати працюють за принципом осадження частинок пилу на поверхню або крапель рідини, або плівки рідини.

Конструктивно мокрі пиловловлювачі поділяють на скрубери, апарати ударно-інерційного типу, барботажно-пінні апарати тощо.

Скрубери Вентурі забезпечують високу ефективність очищення аерозолей із середнім розміром частинок 1-2 мкм при початковій концентрації домішок до  $100 \text{ г/м}^3$ .

Різновидом апаратів для вловлювання пилу осадженням частинок на краплях рідини є форсункові скрубери. Загальна ефективність очищення становить 60-70 %.

В тих випадках, коли необхідно очищати невеликі маси гарячих газів від забруднень з розміром частинок понад 15-20 мкм, можна використовувати найпростіші зрошувальні пристрої, які виконуються у вигляді низки форсунок, вмонтованих в газохід.

До мокрих пиловловлювачів відносяться барботажно-пінні пиловловлювачі з провальною (рис. 6.6, а) або переливною (рис. 6.6, б) решітками.

В таких апаратах газ для очищення надходить під ґратку 4, проходить



через отвори в ній, і, барботуючи через шар рідини 3 та піни 2, очищається від частинок порошу за рахунок їх осадження на внутрішній поверхні газових бульбашок. Режим роботи апаратів залежить від швидкості подачі повітря під ґратку. При швидкості до 1 м/с спостерігається барботажний режим роботи апарата. Подальше зростання швидкості газу в корпусі 1 апарата до 2,0 - 2,5 м/с супроводжується виникненням пінного шару над рідиною, що приводить до підвищення ефективності очищення газу та краплевинесення із апарата.

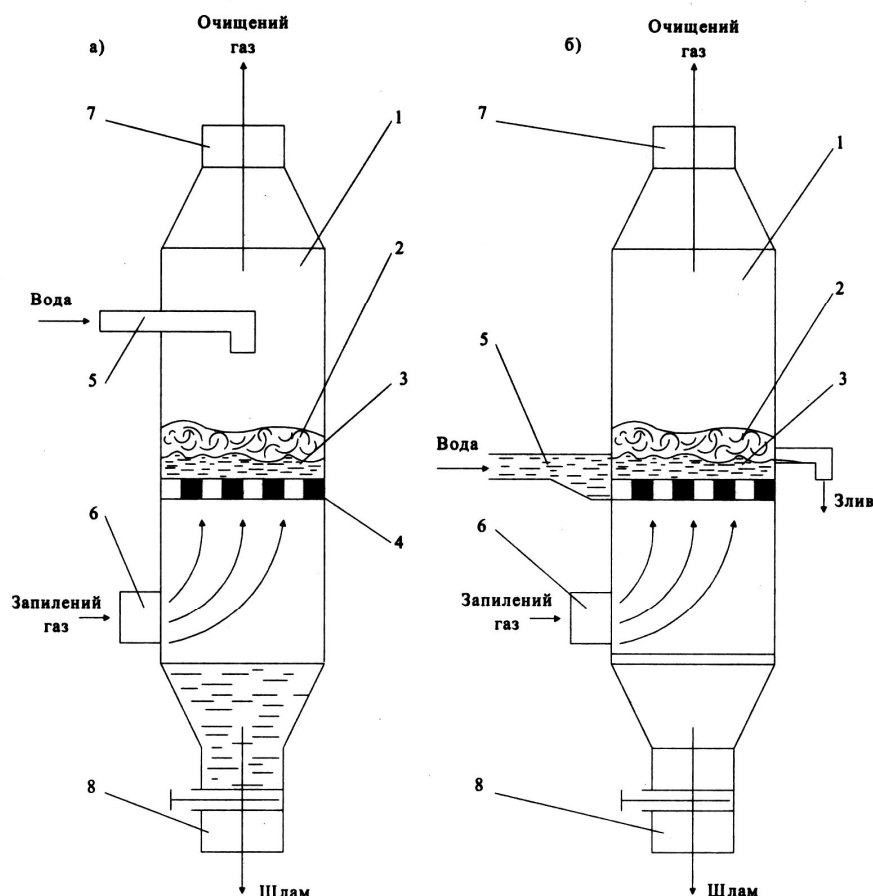


Рис. 6.6. Принципові схеми мокрих пиловловлювачів: а - барботажно-пінний пиловловлювач з провальною решіткою; б - барботажно-пінний пиловловлювач з переливною решіткою; 1 - корпус; 2 - піна; 3 - рідина; 4 - газорозподільча ґратка; 5 - патрубок для подачі води; 6 - патрубок для подачі запиленого газу; 7 - патрубок для виведення очищеного газу; 8 - патрубок для виведення шламу

Сучасні барботажно-пінні апарати забезпечують ефективність очищення газу від дрібнодисперсного порошу на 95-96 %.

### 6.1.3. Очищення викидів від газо- та пароподібних забруднювачів

Процеси очищення та знезараження технологічних та вентиляційних викидів промислових підприємств від газо- та пароподібних домішок характеризуються тим, що, по-перше, гази, які викидаються в атмосферу, досить різноманітні за хімічним складом; по-друге, вони мають деколи досить високу температуру і містять велику кількість пилу, що істотно утруднює

процес газоочищення і вимагає попередньої підготовки вихідних газів; по-третє, концентрація газо- та пароподібних домішок часто у вентиляційних і рідше в технологічних викидах переважно змінна та низька.

Методи очищення промислових викидів від газоподібних забруднювачів за характером протікання фізико-хімічних процесів поділяються на п'ять основних груп :

- промивання викидів розчинниками домішок (абсорбція);
- промивання викидів розчинами реагентів, які зв'язують домішки хімічно (хемосорбція);
- поглинання газоподібних домішок твердими активними речовинами (адсорбція);
- термічна нейтралізація газів, що виходять;
- поглинання домішок шляхом застосування каталітичного перетворення.

### Метод абсорбції

В техніці очищення газових викидів часто процеси абсорбції називають скрубєрними процесами. Очищення газових викидів методом абсорбції полягає в розділенні газоповітряної суміші на складові частини шляхом поглинання одного або декількох газових компонентів (абсорбатів) цієї суміші рідким поглиначем (абсорбентом) з утворенням розчину.

Організація контакту газового потоку з рідким розчинником здійснюється або шляхом пропускання газу через насадкову колону, або розпиленням рідини, або барботажем газу через шар абсорбуючої рідини. Залежно від способу контакту фаз, який реалізується, розрізняють:

- насадкові башти (форсункові та відцентрові скрубєри);
- скрубєри Вентурі;
- барботажно-пінні скрублери;
- тарілчасті та інші скрубєри.

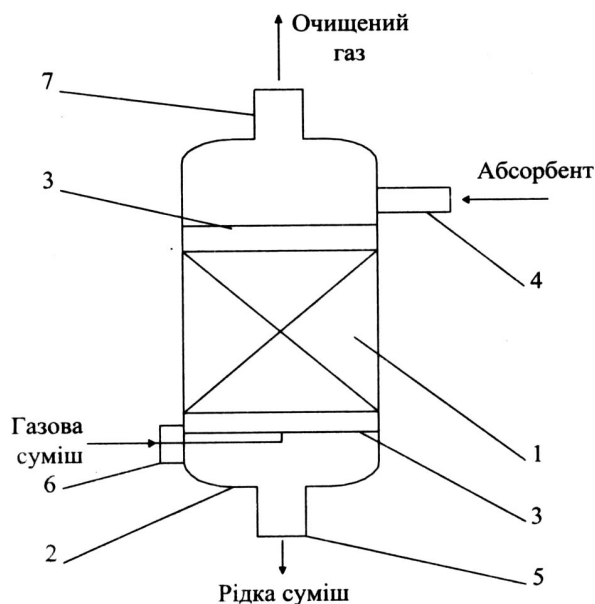


Рис. б. 7. Принципова схема абсорбера (насадкового): 1 - насадка; 2 -

корпус; 3 - перфоровані тарілки; 4 - вхід поглинача; 5 - вихід рідкої суміші; 6 - вхід газової суміші; 7 - вихід очищеного газу

### Метод хемосорбції

Цей метод ґрунтується на поглинанні газів та парів твердими або рідкими поглиначами з утворенням малорозчинних хімічних сполук. Поглинальна здатність хемосорбента майже не залежить від тиску, тому хемосорбція вигідніша при невеликих концентраціях шкідливих домішок у газах, які надходять. Більшість реакцій, що протікають при процесах хемосорбції, є екзотермічними та зворотними, тому при підвищенні температури розчину, хімічна сполука, яка утворюється, розпадається з виділенням початкових елементів. На цьому ґрунтується механізм десорбції хемосорбента.

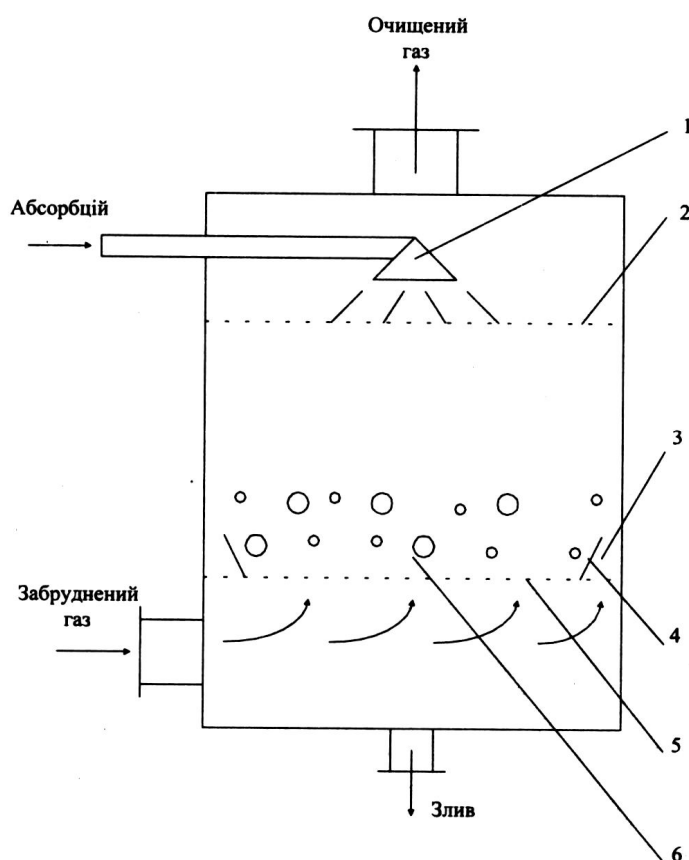


Рис. 6.8. Принципова схема скрубера з рухомою насадкою: 1 - зрошувач; 2,5 - верхня та нижня опори решітки; 3, 6 - кільцева та центральна зони; 4 – кільцевий елемент.

Основним видом апаратури для реалізації процесів хемосорбції є насадкові башти, пінні та барботажні скрубери тощо. В промисловості поширений апарат з рухомою насадкою, що має низку переваг: висока ефективність та висока пропускна спроможність по газу. Забруднений газ подається під опорну решітку і поділяється на два потоки: центральний та кільцевий. При проходженні кільцевої зони потік газу звужується, швидкість руху зростає, вступає в контакт з елементами рухомої насадки, які притискаються до стінок, і переміщає їх від стінок в центральний потік.

Насадка здійснює пульсаційний рух в центральному та в прилеглому до стінок апарата потоках, турбулізує взаємодіючі фази і забезпечує високу ефективність очищення газу рідиною.

Методи абсорбції та хемосорбції називаються мокрими. Перевагою абсорбційних методів очищення є висока економічність при очищенні великої кількості газів та здійснення процесу в безперервному режимі.

### Метод адсорбції

Ґрунтується на фізичних властивостях деяких твердих тіл колективно вилучати та концентрувати на своїй поверхні окремі компоненти із газової суміші.

Адсорбція поділяється на фізичну адсорбцію та хемосорбцію.

При фізичній адсорбції молекули газу прилипають до поверхні твердого тіла під дією міжмолекулярних сил притягання. При пониженні тиску та підвищенні температури спостерігається процес досорбції.

В основі хемосорбції лежить хімічна взаємодія між адсорбентом та адсорбованою речовиною. Процес хемосорбції, як правило, незворотний і при хемосорбції змінюється хімічний склад адсорбату.

Конструктивно адсорбери виконуються у вигляді вертикальних, горизонтальних або кільцевих ємностей, заповнених пористим адсорбентом, через який фільтрується потік очищуваного газу. Вертикальні адсорбери використовуються для очищення невеликих кількостей газу, інші - для десятків і сотень тисяч м<sup>3</sup>/год.

Фільтрація газу проводиться або через нерухомий, або через псевдо-зріджений шар адсорбента в періодичному чи безперервному режимах.

## 6.2. Захист водного середовища

### 6.2.1. Нормування якості води у водоймах

Нормування якості води річок, озер та водосховищ проводять відповідно до "Санітарних правил та норм охорони поверхневих вод від забруднень" (1988 р.), які встановлюють дві категорії водойм:

I категорія - водойми питного та культурно-побутового призначення;

II категорія - водойми рибогосподарського призначення. Своєю чергою, водойми I-ї категорії поділяються на два види:

А. Ділянки водойм, які використовують як джерела для централізованого та нецентралізованого питного водопостачання, а також водопостачання підприємств харчової промисловості;

Б. Ділянки водойм, які використовують для купання, спорту, відпочинку населення, а також: водойми, які знаходяться в межах населеного пункту.

Водойми II-ї категорії також поділяються на два види :

А. Водойми, які використовують для відтворення та збереження цінних порід риб;

Б. Водойми, які використовують для інших рибогосподарських цілей.

Правила встановлюють нормовані значення для таких якісних показників води: вміст плаваючих домішок та завислих речовин, запах, присмак, забарвлення, температура, значення рН, склад та концентрація мінеральних домішок, склад та концентрації розчиненого у воді кисню, біологічна потреба води в кисні, (БПК), склад та гранично допустима концентрація (ГДК) отруйних та шкідливих речовин та хвороботворних бактерій.

Шкідливі та отруйні речовини різноманітні за своїм складом, в зв'язку з чим їх нормують за принципом лімітуючого показника шкідливості (ЛПШ), під яким розуміють найбільш ймовірну несприятливу дію кожної речовини. При нормуванні якості води у водоймах 1-ї категорії використовують три види ЛПШ:

- санітарно-токсикологічний;
- загальносанітарний;
- органолептичний.

Для водойм II-ї категорії поряд із вказаними використовуються ще два види ЛПШ:

токсикологічний та рибогосподарський.

Нормами встановлені ГДК понад 400 шкідливих речовин у водоймах 1-ї категорії, а також понад 100 шкідливих речовин у водоймах II-ї категорії. ГДК шкідливих речовин у водоймах II-ї категорії, переважно нижча, ніж у водоймах 1-ї категорії.

"Санітарні правила та норми охорони поверхневих вод від забруднень" забороняють скидати у водойми стічні води:

- якщо цього можна уникнути, використовуючи раціональнішу технологію, безводні процеси та системи повторного і оборотного водопостачання;
- якщо стічні води містять цінні відходи, які можна було б утилізувати;
- якщо стічні води містять сировину, реагенти і продукцію підприємств в кількостях, що перевищують технологічні втрати;
- якщо стічні води містять речовини, для яких не встановлені ГДК.

### 6.2.2. Апарати та споруди для очищення стічних вод

При виборі способів та технологічного обладнання для очищення стічних вод від домішок необхідно враховувати, що задана ефективність та надійність роботи будь-якого очисного пристрою забезпечуються в певному діапазоні значень концентрацій домішок та витрат стічної води. В деяких технологічних процесах мають місце короткочасні коливання в надходженні та складі стічних вод, що може істотно знизити ефективність роботи очисних споруд або вивести їх із експлуатації. Наприклад, залпові скиди відпрацьованих технологічних розчинів з термічних, травильних та гальванічних цехів викликають істотне збільшення концентрації важких металів в стічних водах на вході в очисні споруди. Швидке танення снігу, а також інтенсивні дощі викликають істотне збільшення витрати поверхневих стічних вод на вході в очисні споруди.

Для забезпечення нормальної експлуатації очисних споруд у цих випадках необхідне усереднення концентрації домішок або витрати стічних вод, а в деяких випадках і за двома показниками одночасно. Для цього на вході в очисні

споруди встановлюються усереднювачі, вибір і розрахунок яких визначаються характеристиками залпових скидів.

Існує велика кількість способів очищення стічних вод та різні види їх класифікації. Вибір необхідних способів при проектуванні станцій очищення переважно базується на виді та концентрації переважаючих домішок стічних вод, а саме механічних (завислих), розчинених та органічних.

#### 6.2.2.1. Очищення стічних вод від твердих частинок

Залежно від властивостей, концентрації та фракційного складу твердих частинок на промислових підприємствах очищення стічних вод здійснюється такими способами: проціджуванням, відстоюванням, відділенням твердих частинок в полі дії відцентрованих сил, фільтруванням та флотацією.

Проціджування - первинна стадія очищення стічних вод - призначене для вилучення із стічних вод великих нерозчинених домішок розміром понад 25 мм, а також дрібних волокнистих забруднень, які в процесі подальшої обробки стоків перешкоджають нормальній роботі очисного обладнання.

Проціджування стічних вод здійснюють пропусканням води через решітки та волокновловлювачі.

Решітки виготовляють із металічних стрижнів із щілинами між ними 5-5-25 мм; встановлюють їх в колекторах стічних вод вертикально або під кутом 60 - 70 до горизонту.

Під час експлуатації решітки повинні безперервно очищуватися, що здійснюється переважно механічно, а при малих кількостях затриманих домішок уможливлується ручне очищення.

Залежно від складу, домішки, зняті з решітки, подрібнюють на спеціальних дробарках і скидають в потік стічної води за решіткою або спрямовують на переробку. Але ця процедура ускладнює технологічну схему очищення стічних вод, тому використовують решітки-дробарки, які подрібнюють затримані домішки, не вилучаючи їх із води. Середній розмір подрібнених домішок не перевищує 10 мм .

Відстоювання ґрунтується на особливостях процесу осадження твердих частинок в рідині під дією сил тяжіння.

Очищення стічних вод відстоюванням реалізується в піскопастках та відстійниках. Піскопастки використовуються для вилучення частинок піску, окалини тощо. Залежно від напрямку руху стічної води піскопастки поділяються на горизонтальні з прямолінійним та коловим рухом води, вертикальні та аеровані.

На рис. 6.9 показана принципова схема горизонтальної піскопастки з прямолінійним рухом води, яка надходить в піскопастку 2 вхідною трубою 1. Осідаючи в процесі руху води, тверді частинки накопичуються в шламозбірнику 3 і на дні піскопастки, а очищена вода вихідною трубою 4 направляється для подальшої обробки. Вивантаження осаду з піскопастки здійснюється переважно кожної доби.

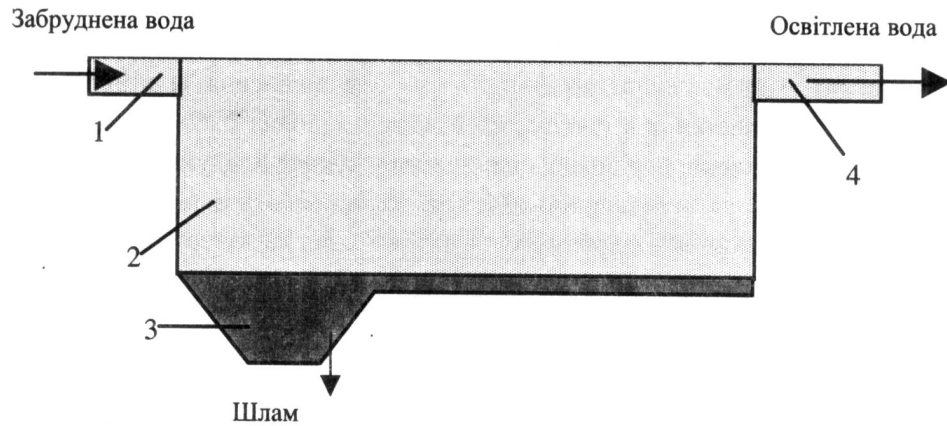


Рис. 6.9. Принципова схема горизонтальної піскопастки з прямолінійним рухом води: 1 - вхідна труба забрудненої води; 2 - піскопастка; 3 - шламозбірник; 4 - вихідна труба освітленої води

Для розділення твердих частинок за фракційним складом або за густиною використовуються аеровані піскопастки. Великі фракції осідають так само, як і в горизонтальних піскопастках. А дрібні частинки, оточені бульбашками повітря, спливають і за допомогою згортальних механізмів згрібаються з поверхні води.

Відстійники використовуються для вилучення з стічних вод твердих частинок, розмір яких менший, ніж 0,25 мм. За напрямком руху стічної води у відстійниках останні поділяють на горизонтальні, вертикальні, радіальні, комбіновані.

Широко використовуються для очищення виробничих стічних вод на великих підприємствах радіальні відстійники великої продуктивності.

На рис. 6.10 показана принципова схема радіального відстійника. Очищувана вода вхідним патрубком 1, який розширюється, надходить у відстійник і рухається у радіальному напрямку. Збільшення вихідного діаметра патрубка забезпечує при заданій витраті зменшення швидкості витікання води з трубопроводу і збільшення ймовірності ламінарного осадження твердих частинок у відстійнику. Очищена стічна вода відвідними трубопроводами 2 направляється для подальшої обробки, а шлам направляється в шламозбірник 3 з обертальною скребачкою 5 і каналом 4 періодично видаляється з відстійника.

Відділення твердих домішок в полі дії відцентрованих сил реалізується у відкритих або напірних гідроциклонах і центрифугах.

Відкриті гідроциклони використовують для виділення із стічних вод крупних твердих частинок з швидкістю осадження понад 0,02 м/с. Переваги відкритих гідроциклонів порівняно з напірними - велика продуктивність і малі втрати напору, що не перевищують 0,5 кПа. Ефективність очищення стічних вод від твердих частинок в гідроциклонах залежить від характеристик домішок (виду матеріалів, розмірів та форми частинок тощо), а також від конструкційних характеристик самого гідроциклона.

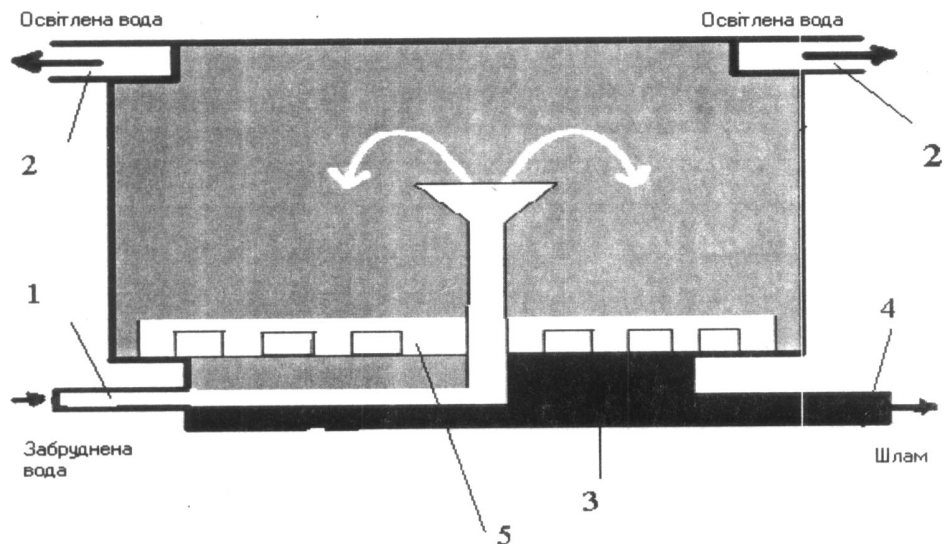


Рис. 6.10. Схема радіального відстійника: 1 - труба подачі стічної води; 2 - труби для відведення освітленої води; 3 - шламозбірник; 4 - труба для виведення шламу; 5 - обертальна скребачка

На рис. 6.11 показана схема відкритого гідроциклону, який складається з вхідного патрубку 1, кільцевого водозливу 2, труби для відведення очищеної води 3 та шламовідвідної труби 4. Крім вказаної схеми, відомі також гідроциклони з нижнім відведенням очищеної води та циклони з внутрішньою циліндричною перегородкою.

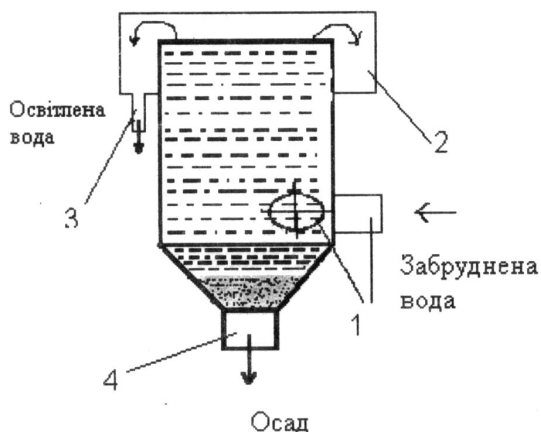


Рис. 6.11. Схема відкритого гідроциклону: 1 - вхідний патрубок; 2 - кільцевий водозлив; 3 - патрубок для відведення освітленої води; 4 - труба для відведення шламу

Фільтрування стічних вод призначене для очищення їх від тонкодисперсних твердих домішок з невеликою концентрацією. Процес фільтрування використовується також після фізико-хімічних та біологічних методів очищення, оскільки деякі із цих методів супроводжуються виділенням в очищувану рідину механічних домішок.

Для очищення стічних вод використовуються два види фільтрів: зернисті, в яких очищувану рідину пропускають через насадку незв'язаних пористих матеріалів, і мікрофільтри. фільтроелементи яких виготовлені із зв'язаних



пористих матеріалів.

У зернистих фільтрах широко використовуються як фільтроматеріали кварцовий пісок, дроблений шлак, гравій, антрацит тощо.

У мікрофільтрах як фільтроелементи використовують такі матеріали, як сітки, тканини із синтетичних волокон тощо.

Для очищення великих витрат стічних вод від твердих феромагнітних домішок застосовують електромагнітні фільтри (рис. 6.12), в яких використовуються пондеромоторні сили взаємодії між магнітним фільтрувальним завантаженням та феромагнітними домішками стічної води.

Неочищена стічна вода трубопроводом 1 подається в корпус 3 із немагнітного матеріалу, проходить через обмежуючу ґратку 4, фільтрувальне завантаження 5 із феромагнітних частинок шаром завтовшки 0,15-5-0,2 м; опорну ґратку 6 і виводиться із фільтра трубопроводом 7.

Намагнічування фільтрувального завантаження здійснюється магнітним полем, яке створюється котушкою індуктивності 2 з феромагнітним сердечником. Ефективність очищення стічних вод від феромагнітних і немагнітних домішок становить відповідно 95-98% та 40-60%. Регенерацію фільтра здійснюють при виключеному електромагнітному полі неочищеною стічною водою в напрямку фільтрування або зворотному напрямку чистою водою.

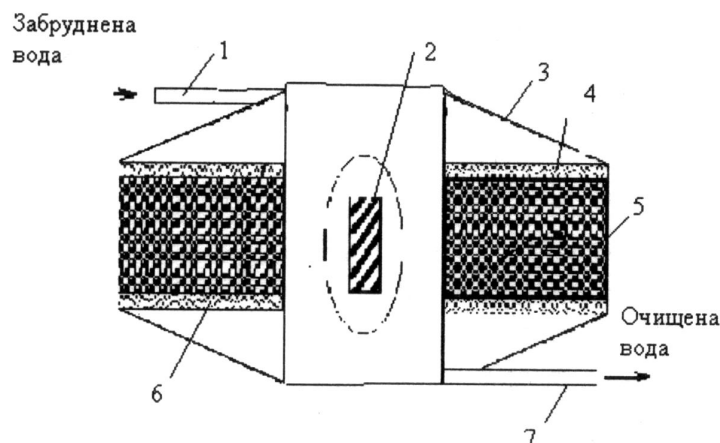


Рис. 6.12. Схема електромагнітного фільтра: 1 - патрубок для подачі води; 2 - котушка індуктивності; 3 - корпус; 4 - обмежуюча ґратка; 5 - фільтроматеріал зернистий; 6 - опорна ґратка; 7 - патрубок для відведення води

Очищення стічних вод від нафтопродуктів залежно від їх складу та концентрації здійснюється відстоюванням (в нафтопастках), обробкою в гідроциклонах (комбінованих), флотацією та фільтруванням.

#### Очищення стічних вод флотацією

Флотація - це процес видалення дрібнодисперсних забруднень із води диспергованими бульбашками повітря. Цей процес ґрунтується на спливанні завислих частинок разом з дрібними бульбашками повітря і використовується в тому випадку, коли різниця густин води і забруднювача невелика. Флотацією можна вилучати із стічних вод дрібні частинки, наприклад, нафти, які не

вилучаються при механічному очищенні. Для підвищення ефекту очищення флотацією одночасно з повітрям в очищувану воду доцільно подавати розчин коагулянта, що утворює мікропластівці, які спливають разом з захопленими ними дрібними частинками забруднюючої речовини у вигляді піни. Такий метод очищення стічних вод - один із найперспективніших. На практиці використовують декілька методів флотації, що відрізняються способом утворення бульбашок повітря: імпелерну (механічне диспергування повітря у воді), напірну (диспергування повітря під тиском), ерліфтну (диспергування повітря соплами або через пористі пластини), біологічну (виділення дрібнодисперсного газоподібного продукту біологічної життєдіяльності мікроорганізмів), хімічну (виділення бульбашок дрібно-дисперсного газоподібного продукту хімічної реакції у водному середовищі) та електрофлотацію (виділення газоподібного продукту електролізу води).

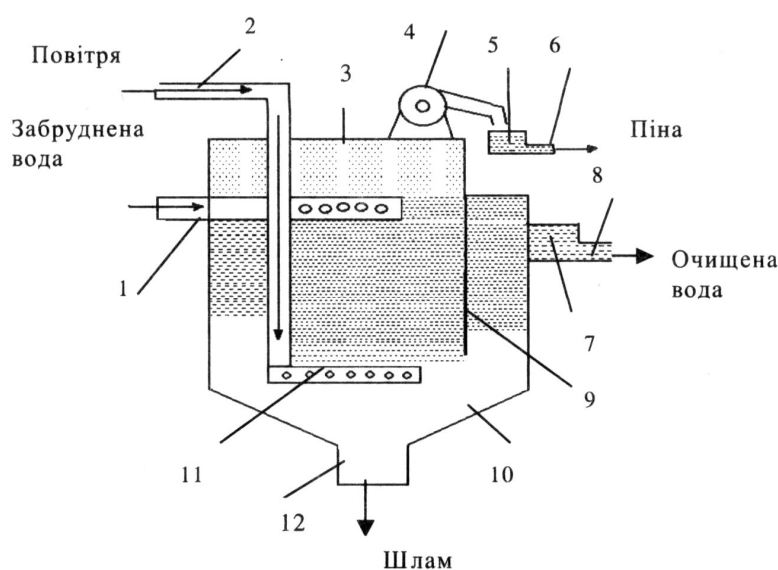


Рис. 6.13. Схема пневматичної флотаційної установки: 1 - трубопровід для подачі води; 2 - трубопровід для подачі повітря; 3 - накривка; 4 - вентилятор; 5 - пінозбірник; 6 - трубопровід для відведення піни; 7 - збірник очищеної води; 8 - трубопровід для відведення очищеної води; 9 - перегородка; 10 - корпус; 11 - насадки для диспергування повітря; 12 - труба для вивантаження шламу

На рис. 6.13 показана схема флотаційної пневматичної (ерліфтної) установки, призначеної для очищення стічних вод від маслопродуктів, поверхнево-активних та органічних речовин, а також від завислих частинок малого діаметра.

Забруднена вода трубопроводом 1 та отворами в ньому рівномірно надходить у флотатор 10. Одночасно трубопроводом 2 подається стиснуте повітря, яке через насадки (сопла) 11 у вигляді дрібних бульбашок рівномірно розподіляється по перерізу флотатора. В процесі спливання бульбашки повітря прилипають до завислих у воді частинок (твердих чи рідких), збільшуючи швидкість їх спливання. Утворена піна накопичується між дзеркалом води та накривкою 3 флотатора, звідки вона відсмоктується відцентровим вентилятором 4 в пінозбірник 5 і трубопроводом 6 направляється для подальшої обробки. Очищена таким чином вода огинає вертикальну

перегородку 9 і зливається в приймач 7 очищеної води, звідки трубопроводом 8 подається на подальшу обробку.

Ефективність очищення стічних вод від завислих твердих домішок та нафтопродуктів при флотації досягає 95 %. При такому ступені очищення (з подальшою фільтрацією через пісочний фільтр) залишковий вміст нафтопродуктів можна зменшити до 10-30 мг/л, тобто отримати показники, що досягаються при дорогому біохімічному очищенні. Після цього очищену воду можна використовувати повторно в технічних цілях як підживлюючу воду в оборотних системах.

#### 6.2.2.2. Очищення стічних вод від розчинених домішок

Від розчинених домішок очищення стічних вод здійснюється екстракцією, сорбцією, нейтралізацією, електрокоагуляцією, йонообміном, озонуванням тощо.

Екстракція - процес перерозподілу домішок стічних вод в суміші двох взаємно нерозчинних рідин (стічної води та екстрагента) відповідно до коефіцієнта розподілення..

Адсорбція - один з найефективніших способів глибокого очищення стічних вод фізико-хімічним методом, який полягає у вибірковому поглинанні твердим поглиначем (адсорбентом) компонентів рідкої суміші. В нашому випадку цими компонентами є небажані домішки стічної води. Як адсорбенти використовують практично будь-які дрібнодисперсні речовини (зола, торф, тирса, шлак та глина), найефективнішим сорбентом є активоване вугілля різних типів.

На рис. 6.14 показана схема сорбційної установки, в адсорбент 2 якої трубопроводом 1 надходить очищувана вода. Трубопроводом 4 подається адсорбент, який перемішується в стічній воді для рівномірного розподілення по об'єму імпелером 3. Адсорбент з поглинутими домішками осідає на дно адсорбера, звідки періодично вивантажується трубопроводом 8. Стічна вода із завислими в ній частинками сорбенту трубопроводом 9 надходить у відстійник 5, в якому цей сорбент осідає на дно, і періодично вивантажується трубопроводом 7, а очищена вода направляється трубопроводом 6 для подальшої обробки. Внаслідок зворотності процесів сорбції їх доцільно використовувати повторно в технологічних процесах, наприклад, при скиданні стічної рідини у водойми на особливо важливих ділянках або спрямуванні її в систему промислового водопостачання нестічних підприємств.

Нейтралізація призначена для видалення із стічних вод кислот, лугів та солей металів на основі кислот та лугів.

Нейтралізацію здійснюють:

- змішуванням кислих та лужних виробничих стічних вод;
- змішуванням кислих виробничих стічних вод з побутовими, що мають лужний характер;
- додаванням лужних (кислих) реагентів в кислі (лужні) стічні води;
- фільтруванням кислих стічних вод через фільтрувальне завантаження лужного характеру, наприклад, із частинок вапняку, мармуру або доломіту.

Для нейтралізації стічних вод, що містять луки та їх солі, використовують кислоти, переважно технічну сірчану кислоту.

Електрокоагуляція використовується для очищення стічних вод гальванічних та травильних відділень від хрому та інших важких металів, а також від

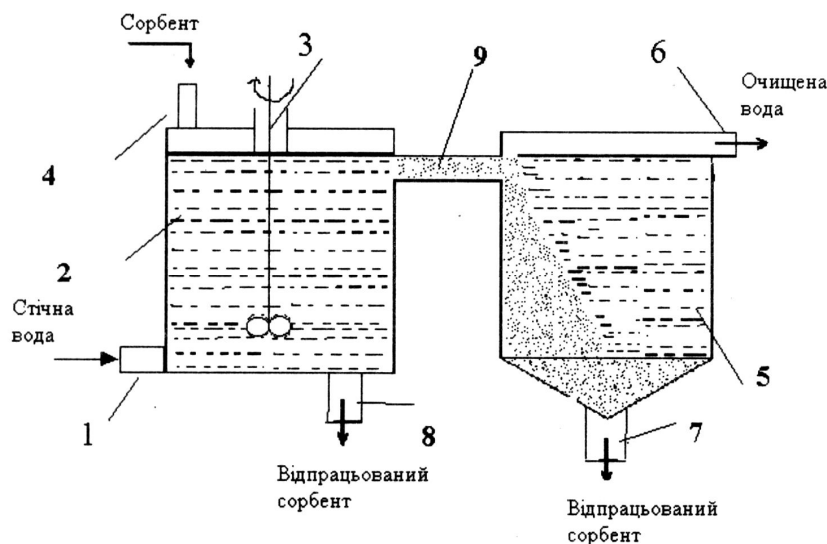


Рис. 6.14. Схема сорбційної установки: 1 - трубопровід для подачі стічної води; 2 - адсорбер; 3 - імпелер; 4 - патрубок для подачі сорбенту; 5 - відстійник; 6 - трубопровід для виведення очищеної води; 7, 8- трубопроводи для вивантаження відпрацьованого сорбенту; 9 - перетічний трубопровід цинку.

Процес реалізується в електролізері із сталевими електродами. Йони двовалентного заліза, які при цьому утворюються, відновлюють шестивалентний хром (розчин) до тривалентного з одночасним утворенням нерозчинних гідроксидів заліза та хрому, які вилучаються із стічних вод механічними способами (відстоюванням, центрифугуванням, фільтруванням).

Йонообмінні методи очищення стічних вод знаходять застосування практично в усіх галузях промисловості для очищення від багатьох домішок, в тому числі від фенолу, формальдегіду та інших органічних речовин, цинку, міді, нікелю, ціанідів і від шестивалентного хрому. Ці методи дають змогу забезпечити високу ефективність очищення, а також отримати виділені із стічної води метали у вигляді відносно чистих та концентрованих солей. Цей метод полягає в пропусканні стічних вод, що містять розчинені домішки, через шар йоніту - синтетичної йонообмінної смоли, яка має рухомий йон (катіон або аніон), що здатний вступати в реакцію обміну з йонами того самого знака які знаходяться в розчині. Йоніти завантажують у фільтри різних конструкцій.

Озонування - процес обробки стічної води озonom. Використовується для очищення від важких металів, ціанідів, сульфідів та інших розчинених домішок. При цьому ціаніт-йони в кінцевому рахунку гідролізуються в стічній воді з утворенням азоту та вуглекислоти.

### 6.2.2.3. Очищення стічних вод від органічних домішок

Від органічних домішок очищення стічної води здійснюється переважно біологічними методами, які реалізуються в природних та штучних спорудах. В природних спорудах очищення здійснюють на полях фільтрації та зрошення, а також в біологічних ставках.

Зміст біологічного очищення на полях полягає в тому, що при фільтруванні стічної води через шар ґрунту, в ньому адсорбуються завислі та колоїдні речовини, які з часом утворюють в порах ґрунту мікробіологічну плівку. Ця плівка адсорбує та окиснює затримані органічні речовини, перетворюючи їх в мінеральні сполуки.

Біологічне очищення стічних вод в штучних спорудах здійснюється в біологічних фільтрах, аеротенках та окситенках.

На рис. 6.15 показана схема біологічного фільтра з вимушеною подачею повітря. Забруднена вода трубопроводом 3 надходить у фільтр 2 і через водорозподільний пристрій 4 рівномірно розбризкується по поверхні фільтруючого матеріалу. При розбризкуванні стічна вода поглинає частину кисню повітря. В процесі фільтрування через завантаження 5, використовують шлак, щебінь, керамзит, пластмасу, гравій тощо, на ньому утворюється біологічна плівка, мікроорганізми якої поглинають органічні речовини. Інтенсивність окиснення органічних домішок в плівці істотно підвищується при подачі стиснутого повітря трубопроводом 1 під опорну ґратку 6 в напрямку, протилежному фільтруванню. Очищена від органічних домішок вода виводиться із фільтра трубопроводом 7.

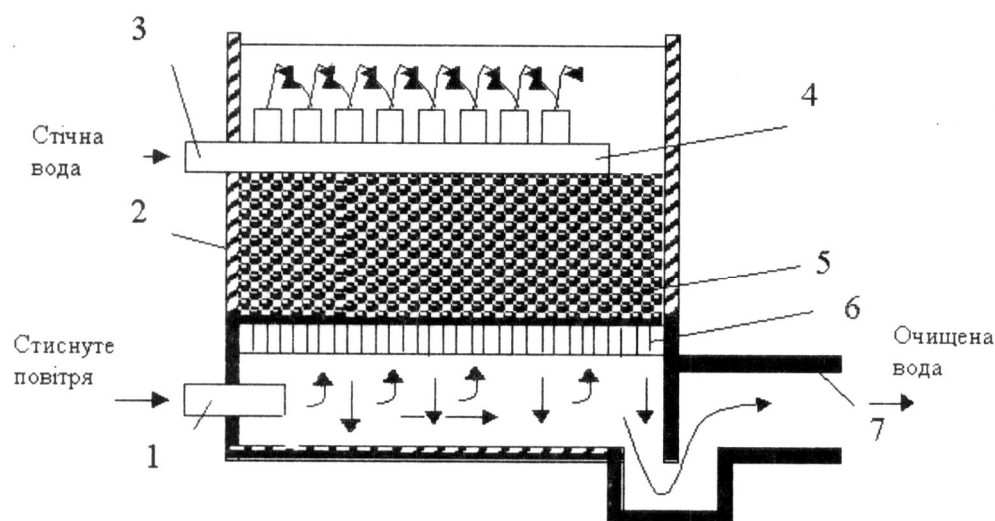


Рис. 6.15. Схема біологічного фільтра: 1 - трубопровід для подачі стиснутого повітря; 2 - корпус фільтра; 3 - трубопровід для подачі стічної води; 4 - водорозподільний пристрій; 5 - зернисте завантаження; 6 - опорна ґратка; 7 - трубопровід для відведення очищеної води

Аеротенки за конструкцією аналогічні до відстійників, в яких поміщають активний мул - мікроорганізми, і подають стиснуте повітря (аерують), що забезпечує інтенсифікацію процесу окиснення органічних домішок.

Мета аерації - насичення води киснем та підтримання мулу у завислому стані, що необхідно для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів-мініералізаторів. Кисень нагнітається в аеротенк повітрорудувками або засмоктується

із атмосфери при сильному перемішуванні суміші, яка міститься в аеротенку. Відмінною ознакою аеротенка є те, що процес очищення можна регулювати до необхідного за місцевими умовами ступеня. Чим триваліші процеси аерації, чим більше повітря та активного мулу, тим краще очищається вода.

Окситенк (модифікований аеротенк) - це високоефективна споруда, в якій проходить інтенсивний процес біологічного очищення стічних вод з використанням технічного кисню та високої концентрації активного мулу. Переваги окситенка - висока ефективність використання поданого кисню, значне зменшення загального об'єму споруди, а також можливість автоматичного регулювання подачі кисню відповідно до швидкості його споживання. Вадю цієї споруди є те, що ускладнюються умови експлуатації внаслідок вибухо- та пожежонебезпечності кисню.

## ЛЕКЦІЯ 7. БЕЗВІДХІДНІ ТА МАЛОВІДХІДНІ ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ

### 7.1. Класифікація відходів

У процесі виробництва різноманітної продукції утворюється велика кількість відходів, які при відповідній обробці можуть бути знову використані як сировина для виробництва промислової продукції. Усі види промислових відходів поділяють на тверді та рідкі. Тверді - відходи металів, дерева, пластмас та інших матеріалів, пилю мінерального та органічного походження від очисних споруд в системах очищення газових викидів промислових підприємств, а також промислове сміття, що складається із різних органічних та мінеральних речовин (гума, папір, тканина, пісок, шлак тощо). До рідких відходів відносяться осади стічних вод, шлами пилю мінерального та органічного походження в системах мокрого очищення газів тощо.

### 7.2. Обробка твердих відходів

Обробку доцільно проводити в місцях утворення відходів, що зменшує витрати на завантажувально-розвантажувальні роботи, зменшує безповоротні втрати при їх транспортуванні та вивільняє транспортні засоби.

Переробку промислових відходів проводять на спеціальних полігонах, які створюються відповідно до вимог БНіП 2.0,1.28-85 і призначені для централізованого збирання, знешкодження та захоронення токсичних відходів промислових підприємств, НДІ та закладів. Прийому на полігони не підлягають: арсеновмісні неорганічні тверді відходи і шлами; ртутьвмісні відходи; ціанвмісні стічні води і шлами; відходи, що містять свинець, цинк, олово, кадмій, нікель, сурму, вісмут, кобальт та їх сполуки; відходи гальванічного виробництва; використані органічні розчинники; органічні горючі речовини та відходи; несправні ртутні дугові та люмінесцентні лампи тощо. Рідкі токсичні відходи перед вивезенням їх на полігон повинні бути зневоднені на підприємствах.

Також прийому на полігони не підлягають: відходи, для яких відпрацьовані ефективні методи вилучення металів та інших речовин; нафтопродукти, що підлягають регенерації; радіоактивні відходи.

Переробка відходів на полігонах передбачає використання фізико-хімічних методів; термічне знешкодження з утилізацією тепла, демеркуризацію ламп з утилізацією ртуті та інших цінних металів, підривання балонів в спеціальних камерах, затарування відходів в герметичні контейнери та їх захоронення.

Полігони повинні мати санітарно-захисні зони.

### 7.3. Утилізація та ліквідація осадів стічних вод

Осади стічних вод, що накопичуються в очисних спорудах, являють собою водні суспензії з об'ємною концентрацією полідисперсної твердої фази від 0,5 до 10 %. Спершу ніж направити осади стічних вод на ліквідацію або утилізацію, їх піддають попередній обробці для отримання шламу, властивості

якого забезпечують можливість його утилізації або ліквідації з найменшими витратами енергії та забрудненнями навколишнього середовища.

До тимчасових заходів ліквідації осадів відносяться: скидання рідких осадів в накопичувачі та закачування в земляні порожнини.

#### 7.4. Безвідхідна та маловідхідна технологія

Радикальне розв'язання проблем охорони навколишнього середовища від негативного впливу промислових об'єктів можливе при широкому використанні безвідхідних та маловідхідних технологій. Використання очисних споруд та пристроїв не дає змоги повністю локалізувати токсичні викиди, а використання досконаліших систем очищення завжди супроводжується експоненціальним зростанням витрат на здійснення процесу очищення навіть в тих випадках, коли це технічно можливо.

Термін "безвідхідна технологія" отримав поширення в нашій державі і за кордоном, іноді замість "маловідхідної та безвідхідної технології" використовується термін "чиста" або "більш чиста технологія".

В наш час згідно із Постановою відповідної комісії ООН та Декларацією про маловідхідну та безвідхідну технології та використання відходів прийняте таке формулювання безвідхідної технології: "Безвідхідна технологія є практичним застосуванням знань, методів та засобів для того, щоб в рамках потреб людини забезпечити найраціональніше використання природних ресурсів та енергії і захистити навколишнє середовище".

Під безвідхідною технологією, безвідхідним виробництвом, безвідхідною системою розуміють не просто технологію або виробництво того чи іншого продукту (або продуктів), а принцип організації та функціонування виробництв, регіональних промислово-виробничих об'єднань, територіально-промислових комплексів народного господарства в цілому. При цьому раціонально використовуються усі компоненти сировини та енергія в замкнутому циклі (первісні сировинні ресурси - виробництво - споживання - вторинні сировинні ресурси), тобто не порушується екологічна рівновага в біосфері, що склалася.

Маловідхідна технологія є проміжним ступенем при створенні безвідхідного виробництва. При маловідхідному виробництві шкідливий вплив на довкілля не перевищує рівня, допустимого санітарними органами, але за технічними, економічними, організаційними або іншими причинами частина сировини та матеріалів переходить у відходи і направляється на тривале зберігання або захоронення.

Основою безвідхідних виробництв є комплексна переробка сировини з використанням всіх його компонентів, оскільки відходи виробництва - це за тими чи іншими причинами невикористана або неповністю використана частина сировини. Велике значення при цьому набуває розробка ресурсозберігаючих технологій.

Для задоволення потреб народного господарства щорічно в розрахунку на душу населення в господарський оборот залучається до 20 т природної сировини. В промисловості ~ 70 % витрат припадає на сировину, матеріали,



паливо та енергію. В зв'язку з цим в умовах постійно зростаючого дефіциту природних ресурсів важливу роль відіграє раціональне, комплексне та економічне їх використання, зниження металомісткості та енергоємності промислового виробництва. При створенні безвідхідних та маловідхідних виробництв необхідно постійно удосконалювати існуючі та розробляти принципово нові технологічні процеси і схеми, при реалізації яких істотно знижується кількість відходів, що утворюються, або вони практично ліквідуються. Таке виробництво включає переробку відходів виробництва і споживання з отриманням товарної продукції або будь-яке цільове їх використання без порушення екологічної рівноваги.

## ЛЕКЦІЯ 8. ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ ВІД ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ (ШУМУ, ІНФРАЗВУКУ ТА ВІБРАЦІЙ)

### 8.1. Вибір заходів для зниження шуму

Для зниження шуму можуть бути використані такі заходи:

◆ Зменшення рівня звукової потужності шуму, що в умовах експлуатації досягається заміною шумного, застарілого обладнання, а при проектуванні - вибором обладнання з кращими шумовими характеристиками, правильним розрахунком режиму його роботи тощо.

◆ Правильне орієнтування джерела шуму або місця випромінювання шуму по відношенню до розрахункових точок для зниження показника направленості. З цією метою пристрої для забору та викиду повітря та газоповітряної суміші аеродинамічних установок потрібно встановлювати так, щоб випромінювання шуму йшло в протилежний бік від житлових та громадських будівель.

◆ Розміщення джерела шуму на можливо більшій віддалі від розрахункових точок або, навпаки, житлової забудови від підприємств, тобто за рахунок проведення комплексу архітектурно-планувальних заходів.

◆ Застосування засобів звукопоглинання при виконанні акустичної обробки шумних приміщень, через вікна яких шум випромінюється в атмосферу.

◆ Зменшення шуму на шляху його поширення від джерела до розрахункової точки можливе при реалізації таких заходів:

- використанні засобів звукоізоляції шляхом використання таких матеріалів та конструкцій для зовнішніх стін, вікон, воріт, дверей, трубопроводів та комунікацій, що проходять через огорожуючі конструкції будівель, які можуть забезпечити необхідну звукоізоляцію; влаштуванні спеціальних боксів та звукоізолюючих кожухів при розміщенні шумного обладнання; використанні екранів, які перешкоджають поширенню туку від обладнання, розміщеного на території промислового підприємства;

- використанні засобів віброізоляції та вібродемпферування;

- встановлення глушників шуму в повітропроводах, каналах та газодинамічних трактах, випробувальних боксах, компресорах і вентиляторах тощо.

◆ Проведення організаційно-технічних заходів, пов'язаних з проведенням своєчасного ремонту, змазуванням машин та обладнання тощо; обмеженням та повною заборонаю проведення шумних робіт та експлуатації найінтенсивніших джерел шуму в нічний час.

### 8.2. Методи та засоби захисту від інфразвуку

Засоби захисту від інфразвуку значною мірою відрізняються від тих, що використовуються для боротьби із шумом. Це пов'язано з особливостями фізичних характеристик інфразвукових коливань, зокрема із значно більшою довжиною хвиль інфразвуку порівняно з розмірами перешкод на шляху їх

поширення.

Зниження інтенсивності інфразвуку може бути досягнуте зміною режиму роботи пристрою або його конструкції; звукоізоляцією джерела; поглинанням звукової енергії за допомогою глушників шуму інтерференційного, камерного, резонансного та динамічних типів, а також за рахунок використання механічного перетворювача частоти.

Захист від шкідливого впливу інфразвуку віддаллю малоефективний.

Боротьбу з інфразвуком в джерелі його виникнення необхідно проводити насамперед в напрямку зміни режиму роботи технологічного обладнання, щоб основна частота спрямування силових імпульсів лежала за межами інфразвукового діапазону.

Для зменшення інфразвукових коливань доцільно використовувати глушники шуму, що є найпростішим способом зменшення рівня інфразвукових складників шуму, всмоктування та викиду стаціонарних дизельних та компресорних установок, ДВЗ та турбін.

Використання глушників інтерференційного типу ефективніше, коли необхідно заглушити одну або декілька дискретних складників в спектрі інфразвуку, особливо у випадку його поширення каналами.

Метод звукопоглинання може бути реалізований щодо інфразвукових коливань при використанні резонуючих панелей, які являють собою прямокутні рами, на які закріплюються тонкостінні мембрани (метал, фанера або повітронепроникна плівка). Монтаж цієї конструкції в приміщеннях з джерелами інфразвуку сприяє поглинанню його енергії. Для підвищення ефективності цієї конструкції в діапазоні більш високих частот внутрішня порожнина резонатора заповнюється звукопоглинаючим матеріалом, який фіксується дрібнокомірковою сіткою.

### 8.3. Методи та засоби захисту від вібрацій

Для виключення дії вібрації на навколишнє середовище необхідно приймати заходи для їх зниження насамперед в джерелі виникнення або, якщо це неможливо, на шляхах поширення.

Зниження вібрації в джерелі проводиться як на етапі проектування, так і при експлуатації. При створенні машин і технологічного обладнання перевага повинна надаватись кінематичним схемам, що виключають або гранично знижують динамічні процеси, викликані ударами, різкими прискореннями тощо.

Для зниження рівня вібрацій, що виникають через дисбаланс обладнання при монтажі та експлуатації, повинно використовуватись балансування неврівноважених роторів коліс лопатевих машин, валів двигунів тощо.

Досить ефективний метод зниження вібрації в джерелі є ліквідація резонансних режимів роботи обладнання. При проектуванні це досягається вибором робочих режимів з врахуванням власних частот машин та механізмів. В процесі експлуатації можна зменшити жорсткість агрегатів, а в деяких випадках і їх маси, що призводить до зміни власних частот. Можлива зміна робочих режимів обладнання. Все це необхідно враховувати, якщо машини та

механізми в процесі експлуатації з часом стають джерелом вібрацій. Якщо не вдається зменшити вібрації в джерелі виникнення, то використовуються методи зниження вібрацій на шляхах поширення: віброгасіння, віброізоляція або вібродемпферування.

Віброгасіння реалізується при збільшенні ефективності жорсткості та маси корпусу машин або станин станків за рахунок їх об'єднання в єдину замкнуту систему з фундаментом за допомогою анкерних болтів або цементної підливки.

Віброізоляція. Методи встановлення обладнання на фундамент вимагають великих витрат часу і призводять до неминучого пошкодження дорогого покриття підлоги. Тому на етапі експлуатації промислових комплексів переважно використовують встановлення обладнання без фундаменту, безпосередньо на віброізольованих опорах. Такий метод дає змогу забезпечити будь-який ступінь віброізоляції обладнання. Встановлення віброізоляторів передбачається також при прокладанні повітропроводів систем вентиляції та різного роду трубопроводів всередині будівельних конструкцій. В усіх розглянутих випадках введенням в коливальну систему додаткового гнучкого зв'язку призводить до послаблення передачі вібрації від джерела коливань.

Вібродемпферування. В основу цього методу покладено збільшення активних втрат в коливальних системах. Вібродемпферування може бути реалізоване в машинах з інтенсивними динамічними навантаженнями шляхом використання матеріалів з великим внутрішнім тертям: чавунів з невеликим вмістом вуглецю та кремнію, сплавів кольорових металів. Великі можливості для захисту від вібрацій мають вібродемпферуючі покриття. Їх використовують для зниження коливань, які поширюються трубопроводами та газопроводами компресорних станцій, повітропроводами систем вентиляції адміністративних приміщень.

#### 8.4. Захист від електромагнітних полів та іонізуючих випромінювань

Захист від електромагнітних полів (ЕМП) (засобів телебачення та радіомовлення).

Вибір засобів захисту від ЕМП визначається характеристиками джерел за частотою. При виборі засобів захисту від ЕМП проводиться порівняння фактичних рівнів джерел з нормативними.

Основний спосіб захисту від ЕМП в навколишньому середовищі - це захист відстанню. З метою дотримання нормативних гранично допустимих рівнів для ЕМП на селітебній території планувальні рішення при розміщенні радіотехнічних об'єктів (РТО) вибирають з врахуванням: потужності передавачів, характеристики направленості, висоти розміщення та конструктивних особливостей антен, рельєфу місцевості, функціонального значення прилеглих територій, поверховості забудови. Майданчик РТО обладнується відповідно до будівельних норм та правил, на її території не допускаються розміщення житлових та громадських приміщень.

При проектуванні житлових та адміністративних приміщень, розміщених в зонах дії ЕМП, необхідно брати до уваги екрануючу здатність будівельних приміщень. Ослаблення (екранування) електромагнітних випромінювань

різними будівельними конструкціями відбувається з різною інтенсивністю. Матеріали стін та перекриттів з різним ступенем поглинають та відбивають електромагнітні хвилі.

Для обмеження рівня ЕМП, які діють на довкілля від промислових джерел, можуть бути використані засоби, стандартизовані ДЕСТ 12.1.006-84 та використовувані для зниження рівня ЕМП безпосередньо в цехах підприємств: екранування обладнання (джерела поля), використання поглиначів потужності (спеціальне облицювання стелі та стін робочих приміщень на основі матеріалів з великим вмістом вуглецю).

Особливо важливим для зниження випромінювальної здатності поля є правильний вибір типу обладнання, що генерує електромагнітне випромінювання.

### Захист від йонізуючих випромінювань

Допустимі рівні впливу антропогенних джерел йонізуючих випромінювань (без врахування доз, отримуваних від природного фонового опромінення і медичного обстеження та телевізорів) на населення та навколишнє середовище визначені нормами радіаційної безпеки НРБ-76/87. В реальних умовах на людину можуть діяти декілька радіоактивних речовин та джерел йонізуючих випромінювань, створюючи при цьому зовнішнє та внутрішнє опромінення.

Основними заходами по захисту населення від йонізуючих випромінювань є обмеження надходження в навколишні атмосферу, воду, ґрунт відходів виробництв, що містять радіонукліди, а також зонування території поза промисловим підприємством.

Захист населення та навколишнього середовища від дії джерел йонізуючого випромінювання досягається дотриманням вимог ОСП - 72/87, в яких регламентовані збір, видалення та знезараження твердих та рідких радіоактивних відходів, а також основні положення з проектування та застосування пилогазоочищення вентиляційних та технологічних викидів в атмосферу від радіонуклідів, які містяться в них.

Радіоактивні відходи класифікують за фізичним станом на пилогазоподібні, рідкі та тверді, а за активністю - на слабоактивні, середньоактивні та високоактивні.

Забороняється скидання рідких радіоактивних відходів в колодязі, свердловини, на поглинаючі поля зрошення та фільтрації, системи підземного зрошення, а також в струмки, озера та водосховища, призначені для розведення риби та водоплаваючої птиці. Для очищення слабо- та середньоактивних стоків від радіонуклідів використовують різні методи (упарювання, йонний обмін, хімічні методи).

Тверді радіоактивні відходи вважаються радіоактивними, якщо їх питома активність є вищою від встановленої нормами ОСП - 72/87.

Якщо питома активність твердих відходів нижча від наведеної в нормах, то їх відвантажують із звичайним сміттям на захоронення. Якщо тверді радіоактивні радіовідходи мають підвищену питому активність та містять короткоживучі нукліди з періодом напіврозпаду менше 15 діб, то перед

захороненням їх потрібно витримати в спеціальних контейнерах, а потім видаляти із звичайними відходами.

Знешкодження радіоактивних відходів потрібно проводити на спеціальних пунктах захоронення в контейнерах. Транспортування радіоактивних відходів до місць захоронення здійснюється на спеціально обладнаних автомашинах із закритим кузовом або цистерною (для рідких відходів). Автомашини та змінні збірники після кожного рейсу повинні бути дезактивовані.

Для захоронення низькоактивних відходів можна використовувати сховища у вигляді резервуарів та траншей. Велику небезпеку являють собою середньо- та високоактивні відходи. Передбачається захоронення їх в затверділому стані в підземних сховищах та шахтах завглибшки 300-1000 м. Захоронення високоактивних відходів в шахтах не завжди можливе, оскільки відходи виділяють велику кількість тепла, що може призвести до вибуху. Менш небезпечне захоронення відходів в морі на великих глибинах в ізольованому вигляді, що вимагає попередньої обробки відходів (залиття склом, бетоном, розміщення у високоміцні контейнери). Більш перспективним та відпрацьованим вважається метод підземного захоронення між водостійким шаром та шаром цементної пульпи; в гірські породи, які розшаровуються.

Пилогазові викиди, які відносяться до категорії низькоактивних (переважно вентиляційні викиди), викидаються в навколишнє середовище трубами та розсіюються. Для очищення пилегазових викидів від радіоактивних аерозолів використовуються пилеуловлювачі всіх типів. Для вловлювання високодисперсних частинок широко використовуються фільтри різних конструкцій.

При обробці високоактивних пилегазових відходів необхідно підвищувати концентрацію в них радіонуклідів і відправляти їх на зберігання та захоронення. Цей спосіб обробки зостосовується і для радіонуклідів з великим періодом напіврозпаду.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Злобін Ю.А. Основи екології: Підручник. - К.: Лібра, 1998. - 248 с.
2. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Основи екологічних знань: Підручник. - К.: Либідь, 1992.-328 с.
3. Рейсмес Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. - М.: Мысль, 1990. 637с.
4. Голубец М.А. Актуальные вопросы экологии. - К: Наукова думка, 1987.- 253 с.
5. Stanislaw Wiackowski. Ekologia ogolns. – Oficyna wydawnicza "Branta" Polska, 1998. – 149 с.
6. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И. и др. Охрана окружающей среды. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 213 с.
7. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очистка производственных сточных вод: Учебн. пособ. для вузов. - 2-е изд. - М.: Стройиздат, 1985. - 336 с.
8. Запольський А.К., Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. - К.: Лібра, 2000.- 552 с.
9. Белов С.В., Барбинов Ф.А. и др. Охрана окружающей среды. - М.: Высш. шк., 1991. - 319 с.
10. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03 - 85. - М.: Цитп Госстроя СССР, 1986. - 72 с.
11. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підруч. для студ. техніч.-технол. спец. вищ. навч. закл. -К: Вища шк., 2001. - 358 с.