

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра матеріалів та технологій виготовлення виробів
транспортного призначення**

Л.А. Тимофєєва, Л.І. Путятіна

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

Конспект лекцій

Частина 2

Харків 2014

Тимофєєва Л.А., Путятїна Л.І. Основи екологїї: Конспект лекцїй. – Харкїв: УкрДАЗТ, 2013. – Ч. 2. – 64 с.

Конспект лекцїй призначено для пїдготовки бакалаврїв за напрямком «Рухомий склад залїзниць» як посїбник для самостїйного навчання.

У конспекті викладено питання, пов'язані із сучасним антропогенним впливом на атмосферу, гїдросферу та літосферу. Визначено екологїчні наслідки глобального забруднення біосфери. Розглянуто основні заходи щодо полїпшення екологїчного стану біосфери.

Табл. 9, бїблїогр.: 9 назв.

Конспект лекцїй розглянуто та рекомендовано до друку на засїданнї кафедри МТВ 18 березня 2013 р., протокол № 24.

Рецензент
проф. Е.С. Геворкян

Л.А. Тимофєєва, Л.І. Путятїна

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

Конспект лекцїй

Частина 2

Вїдповїдальний за випуск Тимофєєва Л.А.

Редактор Еткало О.О.

Пїдписано до друку 04.04.13 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папїр писальний.

Умовн.-друк.арк. 3,0. Тираж 25. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залїзничного транспорту,
61050, Харкїв-50, майдан Фейербаха, 7.
Свїдоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

ЗМІСТ

ТЕМА 4. Антропогенний вплив на атмосферу	3
.....	
4.1 Роль атмосфери у природних процесах. Газовий склад атмосферного повітря	4
.....	
4.2 Склад та будова атмосфери. Значення та основні джерела руйнування озонового шару Землі. Функції атмосфери	4
.....	
4.3 Класифікація забруднень атмосферного повітря...	6
.....	
4.4 Основні антропогенні джерела забруднень атмосфери.....	7
....	
4.5 Вплив забруднювачів на живі організми	8
.....	
4.6 Критерії шкідливості атмосферних забруднень	9
....	
4.7 Засоби аналізу проб атмосферного повітря	1
...	3
4.8 Основні методи очищення газових викидів	1
...	5
4.9 Екологічні наслідки глобального забруднення атмосфери	2
.....	1
4.10 Наслідки забруднення атмосферного повітря в Україні	2
.....	3
ТЕМА 5. Екологічні проблеми гідросфери	2
....	4
5.1 Характеристика гідросфери, її значення	2
.....	4
5.2 Водні ресурси, їх використання та класифікація	2
...	5
5.3 Якість природних вод	2
.....	7

5.4	Види	забруднення	2
гідросфери.....			9
5.5	Основні методи очищення	стічних вод	3
.....			4
5.6	Шляхи зниження	забруднення	гідросфери
.....			3
			8
ТЕМА6.	Екологічні проблеми	літосфери
.....			3
			9
6.1	Склад та структура	літосфери	3
.....			9
6.2	Мінеральні	ресурси	4
.....			2
6.3		Значення	4
грунтів.....			4
6.4	Вплив на ґрунт різноманітних	негативних	4
чинників ...			6
6.5	Нормування забруднення ґрунтів		5
...			4
6.6	Основні заходи щодо попередження, усунення	забруднення та охорони земельних ресурсів	5
.....			8
Список літератури			6
...			4

ТЕМА 4 АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА АТМОСФЕРУ

4.1 Роль атмосфери у природних процесах. Газовий склад атмосферного повітря

Атмосфера - газова оболонка Землі, маса якої становить $5,15 \cdot 10^{15}$ Т. Атмосфера відіграє велику роль у всіх природних процесах. Наявність атмосфери визначає загальний тепловий режим поверхні нашої планети, захищає її від шкідливого космічного та ультрафіолетового випромінювання Сонця. Циркуляція атмосфери впливає на місцеві кліматичні умови, а

через них - на режими річок, ґрунтово-рослинний покрив і на процеси рельєфоутворення.

Сучасний газовий склад атмосфери - результат тривалого історичного розвитку Земної кулі. Повітря складається з азоту - 78,09 %, кисню - 20,95 %, аргону - 0,93 %, вуглекислого газу - 0,03 %, неону – $1,8 \cdot 10^{-4}$ %, озону - $3,6 \cdot 10^{-5}$ %, водню - $0,3 \cdot 10^{-5}$ %, інших газів і парів води.

4.2 Склад та будова атмосфери. Значення та основні джерела руйнування озонового шару Землі. Функції атмосфери

Атмосфера поділяється на декілька сфер.

Тропосфера - нижня частина атмосфери. Її товщина залежить від географічного розташування місцевості: у середніх широтах її товщина 10 - 12 км над рівнем моря, над екватором - 16 - 18 км, над полюсом - 7 - 10 км. У тропосфері міститься майже 80 % усієї вологи, температура повітря тут коливається від +40 до -50 °С. Основними компонентами є кисень і азот.

Стратосфера розташовується вище тропосфери до висоти 50-55 км. Її товщина близько 40 км і також коливається залежно від географічного положення. Температура біля верхньої межі підвищується, що пов'язано з наявністю тут озонового поясу Землі. Максимальна щільність озонового шару на відстані 20-22 км, повітря розряджене. Значення озонового шару:

- поглинає ультрафіолетове випромінювання;
- затримує потепління;
- знищує хвороботворні бактерії;
- сприяє виробленню у людини вітаміну Д.

Основним джерелом руйнування озонового шару є оксид азоту NO: $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$. Крім цього, руйнівний вплив на озоновий шар роблять фреони, хладогенти з елементами хлору, бром та фтору.

Вище стратосфери міститься **мезосфера** на висоті до 100 км над рівнем моря. Біля верхньої межі спостерігається різке зниження температури: (-75) - (-90) °С. Кількість озону

зменшується. Тут фіксуються сріблясті хмари, що складаються з крижаних кристалів.

Вище міститься **іоносфера** (до висоти 800 км) і для неї характерне значне підвищення температури (понад 1000 °С). Під дією ультрафіолетового випромінювання Сонця газів (кисень та азот) перебувають в іонному стані.

Екзосфера розташовується вище 800 км і простягається до 2000 - 3000 км. Тут температура перевищує 2000 °С. Швидкість руху газів наближається до критичної величини - 11,2 км/с. Панують атоми водню й гелію, що утворюють навколо Землі корону (гелієва корона Землі).

Вище екзосфери на відстані 200 тис. км розташовується воднева корона Землі.

Функції атмосфери:

- терморегулююча. Завдяки наявності вуглекислого газу і пари води атмосфера затримує теплове випромінювання Землі, що виключає різкі добові зміни температури (на Місяці, наприклад, вночі температура падає до -162 °С);

- захисна. Атмосфера затримує короткохвильове рентгенівське і γ -випромінювання, жорстке ультрафіолетове випромінювання (завдяки озоновому екрану). Це має дуже велике значення для живих організмів планети. Верхня межа життя саме і зумовлюється променевою енергією, що потрапляє на планету. Атмосферою поглинається 52% всієї енергії сонячного випромінювання. Крім того, атмосфера захищає поверхню Землі від метеоритних часток, що згорають у щільних шарах повітря. Найменші метеоритні частки мають масу приблизно 0,001 г, швидкість руху однієї частки – до 72 км/с. Щодня в атмосферу потрапляє до двох мільярдів часток;

- енергетична функція атмосфери полягає в розподілі сонячного випромінювання і повітряної вологи на поверхні Землі;

- геохімічна і геофізична функції атмосфери полягають в утворенні навколишнього наземного середовища, твердих, рідких і газоподібних неорганічних і органічних речовин;

- газовий склад атмосфери відіграє дуже важливу роль у розвитку життя на планеті, у процесах фотосинтезу, дихання.

4.3 Класифікація забруднень атмосферного повітря

Атмосферне повітря ніколи не буває чистим. Атмосфера завжди містить домішки, що надходять від природних і антропогенних джерел.

До домішок природного походження належать: пил (рослинний, вулканічний, космічний), тумани, дими і гази від лісових і степових пожеж, вулканічні гази. Рівень забруднення атмосфери природними джерелами є фоновим і мало змінюється з часом.

У місцях активної життєдіяльності людини виникають стійкі зони з підвищеними концентраціями забруднюючих речовин - це антропогенні забруднення.

Викиди в атмосферу класифікуються таким чином:

- за агрегатним станом: на газоподібні, рідкі і тверді (рідкі і тверді частки, що містяться у повітрі, утворюють аерозолі);

- за хімічним складом: SO_2 , NO , NO_2 , CO , H_2S , C_nH_m , фтор, хлор, аміак, кислоти, луги, сажа, метали та їх сполуки;

- за розмірами часток: $< 0,5 \cdot 10^{-6}$ м; $0,5 \cdot 10^{-6} \dots 3 \cdot 10^{-6}$ м; $3 \cdot 10^{-6} \dots 10 \cdot 10^{-6}$ м; $10 \cdot 10^{-6} \dots 50 \cdot 10^{-6}$ м; $> 50 \cdot 10^{-6}$ м;

- за масою речовини, що викидається в одиницю часу: < 1 кг/год; $1 \dots 10$ кг/год; $10 \dots 100$ кг/год; $100 \dots 1000$ кг/год; $1000 \dots 10000$ кг/год; > 10000 кг/год.

Головні забруднювачі атмосфери:

- тверді частки (пил, сажа, кіптява);

- діоксид сірки SO_2 , оксиди азоту NO і NO_2 , вуглеводні C_nH_m ;

- окис вуглецю CO .

Крім головних забруднювачів в атмосфері міст спостерігається ще більше 70 найменувань шкідливих речовин, серед яких: формальдегід, фтористий водень, сполуки свинцю, аміак, хлор, сполуки фосфору, ртуть, кадмій та інші важкі метали.

Найбільш небезпечне забруднення атмосфери - радіоактивне. У цей час воно обумовлено в основному глобально розподіленими довгоживучими радіоактивними ізотопами - продуктами випробувань ядерної зброї, що проводилися в атмосфері і під землею. Приземний шар атмосфери забруднюють

також викиди радіоактивних речовин з діючих АЕС у процесі їх нормальної експлуатації та інші джерела.

Особливе місце посідають викиди радіоактивних речовин з четвертого блоку Чорнобильської АЕС у квітні - травні 1986 р. Якщо при вибуху над Хіросімою (Японія) в атмосферу було викинуто 740 г радіонуклідів, то в результаті аварії на Чорнобильській АЕС сумарний викид радіоактивних речовин в атмосферу склав 77 кг .

Ще однією формою забруднення атмосфери є локальне надлишкове надходження тепла з антропогенних джерел. Ознакою теплового (термічного) забруднення атмосфери служать так звані термічні зони (наприклад, «острів тепла» в містах, потепління водойм і т.д.).

4.4 Основні антропогенні джерела забруднень атмосфери

Найбільшу кількість забруднювачів атмосферного повітря поставляють такі джерела:

- транспорт;
- теплоенергетика;
- металургія;
- добування корисних копалин;
- виробництво будівельних матеріалів;
- гірничорудна промисловість;
- хімічна та харчова промисловість.

У відсотковому співвідношенні на першому місці за кількістю викидів стоїть автотранспорт (40 % викидів), на другому - теплоенергетика (30 %) та промисловість (30 %).

4.5 Вплив забруднювачів на живі організми

Сірчистий ангідрид (SO₂) у великій кількості викидається підприємствами чорної металургії, коксохімічними, цементними заводами, теплоелектростанціями. Це один із найтоксичніших компонентів промислового забруднення навколишнього

середовища. Його вплив проявляється в пошкодженні органів дихання тварин і людей, зміні складу крові, підвищенні сприйнятливості до інфекційних захворювань, порушенні обміну речовин. Він легко поглинається рослинами, порушує їх життєдіяльність, згубно впливає на зелені насадження.

Оксиди азоту (NO , NO_2) викидаються в атмосферу хімічними підприємствами, теплоелектростанціями, двигунами внутрішнього згоряння. Ці речовини подразнюють органи дихання людей, у великих концентраціях можуть викликати набряк легень. Легко поглинаються рослинами, погіршуючи їх кормові якості.

Оксид вуглецю (CO) виділяється в атмосферу при неповному згорянні речовин, що містять вуглець (вугілля, природний газ, рідке паливо). Його викидають в атмосферу підприємства чорної металургії, промислові енергоустановки, автотранспорт. Токсична дія чадного газу основана на його взаємодії з гемоглобіном крові з утворенням карбоксигемоглобіну, який неспроможний транспортувати кисень з легень до тканин організму.

Бенз[α]пірен є хімічною канцерогенною речовиною групи ароматичних поліциклічних вуглеводнів, що утворюються при згорянні і сухій перегонці палива; викидається підприємствами чорної металургії.

Сірководень (H_2S). Його викидають в атмосферу коксохімічні, нафтопереробні підприємства. Сірководень є високотоксичною нервовою отрутою, впливає на органи дихання і травлення, серцево-судинну систему.

Сполуки фтору надходять в атмосферу від підприємств з виробництва алюмінію, скла, кераміки, сталі.

Сполуки хлору надходять від хімічних підприємств, що виробляють хлороводневу кислоту, органічні барвники, хлоровмісні пестициди, мають гостротоксичні властивості.

Пил (тверді частки, що надходять в атмосферу) у великій кількості викидаються в атмосферу підприємствами чорної металургії. Пил утворюється як відходи основних технологічних процесів виробництва (доменні, сталеливарні, прокатні цехи), так і від промислових джерел тепла і пари (ТЕЦ, котельні). У складі цього пилу зустрічаються оксиди заліза, двооксид кремнію,

оксиди марганцю, оксид ванадію, нікель. Кварцовий пил здатний проникати в лімфатичні вузли, з цим забруднювачем пов'язане професійне захворювання – силікоз легень. Накопичування марганцю в організмі призводить до виникнення тяжких захворювань нервової системи, функціональних розладів у корі головного мозку.

4.6 Критерії шкідливості атмосферних забруднень

Для оцінки стану атмосферного повітря встановлено нормативи гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин. Ці нормативи повинні відповідати інтересам охорони здоров'я людей і охорони навколишнього природного середовища.

Гранично допустима концентрація (ГДК) забруднюючих речовин атмосфери – це максимальна маса шкідливої речовини в одиниці об'єму повітря ($\text{мг}/\text{м}^3$), вплив якої (прямо або опосередковано) на організм людей, тварин і рослин не викликає жодних відхилень у нормальному їх функціонуванні протягом усього життя нинішнього і наступного поколінь.

Для кожної забруднюючої речовини атмосферного повітря встановлено два нормативи: максимальна разова і середньодобова ГДК.

Максимальна разова ГДК встановлюється для попередження рефлекторних реакцій у людини через подразнення рецепторів органів чуттів (відчуття неприємних запахів, чхання, алергічні реакції, світлова чутливість очей та ін.) при короткочасному впливі (до 20 хв) атмосферних забруднень.

Середньодобова ГДК встановлюється для попередження загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного та інших, прямого чи побічного шкідливого впливу на людину в умовах невизначено довгого цілодобового вдихання. ГДК деяких забруднюючих речовин у повітрі населених пунктів наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - ГДК деяких забруднюючих речовин в атмосферному повітрі для населених пунктів

Речовина	ГДК, мг/м ³	
	Максимальна разова	Середньодобова
Свинець	-	0,0003
Ртуть	-	0,0003
Оксид азоту (NO ₂)	0,085	0,0400
Оксид азоту (NO)	0,400	0,0600
Сірчистий ангідрид (SO ₂)	0,500	0,0500
Аміак	0,200	0,0400
Сірководень	0,008	-
Сірковуглець	0,030	0,0050
Оксид вуглецю (CO)	5,000	3,0000
Фенол	0,010	0,0030
Формальдегід	0,035	0,0030
Хлор	0,100	0,0300
HNO ₃	0,400	0,1300
Пил нетоксичний	0,500	0,1500
Сажа	0,150	0,0500
Цемент	0,300	0,1000
Чадний газ	5,000	3,0000
Ацетон	0,350	0,3500
Бензин	5,000	1,5000
Бензол	1,500	0,1000
Бенз[α]пірен	-	1,0·10 ⁻⁶

Найбільша концентрація C , мг/м³, кожної шкідливої речовини в навколоземному шарі не повинна перевищувати максимальну разову ГДК, тобто

$$C \leq \text{ГДК max раз.} \quad (4.1)$$

Якщо час впливу шкідливої речовини більше 20 хв, то

$$C \leq \text{ГДК ср. доб.} \quad (4.2)$$

Концентрація шкідливих речовин у повітрі населених пунктів повинна задовольняти умову

$$(C + C_f)/\text{ГДК} \leq 1, \quad (4.3)$$

де C – концентрація шкідливої речовини у повітрі, мг/м³;

Сф – фоновая концентрация цієї шкідливої речовини, мг/м³;

ГДК – гранично допустима концентрация цієї речовини у повітрі, мг/м³.

Для місць розташування будинків відпочинку співвідношення (4.3) повинно не перебільшувати 0,8.

При спільній наявності в атмосферному повітрі декількох речовин, що мають односпрямований вплив на організм людини, їх загальна концентрация повинна задовольняти умову

$$C_1 / \text{ГДК}_1 + C_2 / \text{ГДК}_2 + \dots + C_n / \text{ГДК}_n \leq 1, \quad (4.4)$$

де $C_1, C_2 \dots C_n$ – фактичні концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі при відборі в одній і тій же точці місцевості, мг/м³;

ГДК₁, ГДК₂, ... ГДК_n – гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, мг/м³.

Односпрямовану дію мають такі шкідливі речовини як: SO₂ та NO₂; CO та NO₂; SO₂ та H₂S; формальдегід і гексан; ацетон і фенол; спирти; розчини кислот; розчини лугів.

Поряд з ГДК важливу роль у забезпеченні чистоти повітряного басейну відіграє регулювання і нормування гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднюючих речовин в атмосфері.

Для кожного проектованого і діючого підприємства встановлюється **гранично допустимий викид (ГДВ)** шкідливих речовин в атмосферу за умови, що викиди шкідливих речовин від даного джерела в сукупності з викидами інших джерел не створять навколомної концентрації шкідливих речовин, яка перевищує ГДК, тобто повинна виконуватися умова:

$$C + C_f \leq \text{ГДК}, \quad (4.5)$$

де C – концентрация речовини у навколомному шарі, яка створена розрахунковим джерелом викиду;

C_f – фоновая концентрация речовини.

ГДВ розраховують у тоннах на рік.

Розрахунок викидів твердих часток, що надходять до атмосфери з димовими газами при спалюванні твердого палива або мазуту виконують за допомогою формули:

$$П_{тв} = В \cdot А \cdot х \cdot (1 - s), \quad (4.6)$$

де $П_{тв}$ – кількість викидів твердих часток, т/рік;
 $В$ – кількість палива, т/рік;
 $А$ – зольність палива, %;
 $х$ – допоміжна величина, яка залежить від виду палива (для твердого палива – 0,0023, для мазуту – 0,01);
 s – частка твердих домішок, які вловлюються у зололовлювачах (електрофільтри – 0,997, батареїні циклони – 0,93, мокрі зололовлювачі – 0,975).

Розрахунок викидів оксидів сірки $П_{(SO_2)}$ можливий за формулою

$$П_{(SO_2)} = 0,02 \cdot В \cdot S \cdot (1 - y) \cdot (1 - z), \quad (4.7)$$

де S – вміст сірки у паливі, %;
 y – частка оксидів сірки, яка зв'язується золою палива у котлі (для вугілля – 0,1, для мазуту – 0,02, для природного газу – 0);
 z – частка оксидів сірки, яка вловлюється у зололовлювачах (електрофільтри, батареїні циклони – 0, мокрі зололовлювачі – 0,03).

Розрахунок кількості шкідливих речовин, які викидаються одиничним джерелом забруднення, виконують за формулою

$$П = 0,000001 \cdot C_{\max} \cdot I \cdot t, \quad (4.8)$$

де $П$ – кількість шкідливих речовин, які викидаються джерелом забруднення, т/рік;
 C_{\max} – максимальна концентрація шкідливої речовини на виході з джерела забруднення, г/м³;
 I – об'ємна витрата газоповітряної суміші за одиницю часу на виході з джерела забруднення, м³/год;
 t – час роботи обладнання протягом року, год/рік.

4.7 Способи аналізу проб атмосферного повітря

Гравіметричний спосіб полягає у видаленні часток пилю з пилогазового потоку і визначенні їх маси. Концентрація пилю C , $\text{мг}/\text{м}^3$, розраховується за допомогою формули

$$C = m/Q \cdot t, \quad (4.9)$$

де m – маса проби пилю, мг ;

Q – об'ємна кількість повітря, яке проходить через пробовідбірник, $\text{м}^3/\text{с}$;

t – час відбору проби, с .

Недоліки способу пов'язані з його великою трудомісткістю і тривалістю процесу виміру.

Радіоізотопний спосіб. За допомогою цього способу масу пилю в пробі визначають за ступенем ослаблення радіоактивного випромінювання (γ -випромінювання) при проходженні його через запилене повітря.

Оптичний спосіб оснований на використанні закономірностей зміни фізичних властивостей запиленого повітря, наприклад, ураховують зміну оптичної щільності повітря за ступенем світлопоглинання або розсіювання світла.

Контроль концентрації газо- і пароподібних домішок виконується за допомогою **газоаналізаторів**, що дають змогу здійснювати його миттєво і безупинно. Для експресного визначення наявності в повітрі токсичних речовин застосовують універсальні газоаналізатори, які основані на лінійно-колористичному способі аналізу. При проходженні повітря через індикаторні трубки, які заповнені твердою речовиною-адсорбентом, відбувається зміна забарвлення індикаторного порошку. Довжина пофарбованого шару пропорційна концентрації речовини, яка досліджується, вона вимірюється за шкалою в міліграмах на ліст ($\text{мг}/\text{л}$). Універсальний газовий аналізатор УГ – 2 дає змогу визначити концентрацію 16 різноманітних газів.

Для реєстрації викидів промислових підприємств, а також для дослідження забруднення атмосфери застосовують **лазерні способи**. Ураховується розсіювання випромінювання лазера частками аерозолів і молекулами газів. Реєструючи і розшифровуючи сліди взаємодії лазерних імпульсів з

атмосферними шарами, можна отримати інформацію про тиск, щільність повітря, температуру, концентрацію різноманітних газів, що складають атмосферу.

Значну роль у системі охорони атмосферного повітря відіграють планувальні заходи, що дають змогу при постійності валових викидів істотно знижувати вплив забруднення навколишнього середовища на людину. Особливу увагу слід приділяти вибору місць для будівництва промислових підприємств і житлових масивів. Місця для будівництва промислових підприємств і житлових масивів повинні вибиратися з урахуванням аерокліматичної характеристики і рельєфу місцевості. Промисловий об'єкт повинен бути розміщений на рівному піднесеному місці, яке добре провіюється повітрям. Місце для житлової забудови не повинно бути вище місця, де розташоване підприємство, інакше високі труби для розсіювання промислових викидів практично не мають переваги. Будівництво надто високих (150 - 200 м) димових труб також не завжди є виправданим, бо вони «вивантажують» шкідливі речовини в більш високі шари атмосфери, звідки останні переносяться на великі відстані. У США таким чином була зменшена кількість «кислотних дощів» за рахунок «експорту» їх у Канаду. Промислові об'єкти, які є джерелами викиду шкідливих речовин у навколишнє середовище, повинні розташовуватися за межею населених пунктів та з підвітряного боку від житлових масивів і відділяються від житлових забудов санітарно-захисними зонами (СЗЗ). Розміри цих зон залежать від потужності підприємства, умов проведення технологічного процесу, характеру і кількості шкідливих речовин, які викидаються. Крім того, при проектуванні СЗЗ ураховують розу вітрів, характерну для місцевості, де розташоване підприємство:

$$\alpha = \alpha_0 \cdot P/P_0, \quad (4.10)$$

де α - розмір СЗЗ, скоректований у залежності від рози вітрів, м;
 α_0 - розрахункова відстань від джерела забруднення до границі СЗЗ без урахування рози вітрів (тобто відстань від джерела забруднення до точки, де концентрація шкідливої речовини дорівнює ГДК), м;

P – середньорічна повторюваність напрямків вітрів відповідного румба рози вітрів, %;

P_0 – повторюваність напрямків вітрів одного румба при круговій розі вітрів, % (при восьмирумбовій розі вітрів $P_0 = 100/8 = 12,5$ %).

Система спостереження, контролю, прогнозування й управління станом атмосферного повітря отримала назву **атмосферного моніторингу**.

4.8 Основні методи очищення газових викидів

Підприємства, установи, організації, діяльність яких пов'язана з викидами речовин, що забруднюють атмосферу, повинні бути оснащені спорудами, обладнанням і апаратурою для очищення викидів в атмосферу; засобами контролю за кількістю і складом забруднюючих речовин, які викидаються в повітря.

На підприємствах використовуються різноманітні способи очищення газових викидів від аерозолів (пилу, золи, сажі) і токсичних газо- та пароподібних домішок (NO , NO_2 , SO_2 , SO_3 та ін.)

Для очищення викидів від аерозолів у наш час використовують різні пиловловлювальні апарати і системи в залежності від ступеня запиленості повітря, розмірів твердих часток і необхідного рівня очищення. Виходячи із сучасної класифікації пиловловлювальних систем, основаної на принципових особливостях процесів очищення, пилоочисне устаткування можна розділити на чотири групи: сухі і мокрі пиловловлювачі, фільтри та електрофільтри.

До сухих пиловловлювачів належать осаджувальні камери, інерційні пиловловлювачі і циклони, у яких видалення часток домішок з газового потоку відбувається механічним шляхом під дією сил гравітації, інерції або відцентрових сил. Основна їх перевага – простота конструкції. Однак ефективність очищення – невелика, тому їх застосовують для грубого очищення газів.

Для сухого очищення газів значного поширення набули циклони різних типів. У них частки пилу переміщуються разом з обертовими газовими потоками і під дією відцентрових сил

осідають на стінках циклона, утворений пиловий шар потім видаляється в бункер. Застосовуються два основних типи циклонів: прямоструменні та протиструминні. Прямоструминні циклони використовують для очищення газу від грубозернистого пилю.

Апарати мокрого очищення газів працюють за принципом осадження часток домішок на поверхні крапель або плівки рідини. Процес очищення тим кращий, чим краще змочування домішок рідиною. Найчастіше в ролі рідини, що зрошує частки домішок, використовується вода. До апаратів мокрого пиловловлення належать: протиструминні зрошувальні (промивні) вежі, скрубери Вентурі, форсункові скрубери, барботажно-пінні апарати. Апарати мокрого очищення газів мають широке розповсюдження, оскільки характеризуються високою ефективністю очищення від дрібнодисперсного пилю, а також можливістю очищення гарячих і вибухонебезпечних газів. Однак вони мають ряд таких недоліків, як: утворення в процесі очищення бруду, що вимагає спеціальних систем для його переробки, винесення вологи в атмосферу, необхідність створення оборотних систем подачі води.

Принцип роботи скрубера Вентурі: у конфузори труби Вентурі вводиться запилений газ, швидкість газового потоку збільшується до 150 м/с по мірі того, як зменшується діаметр труби. Через форсунки подається рідина для зрошування. Рідина в потоці газу розпорошується на дуже дрібні крапельки і перемішується з пилом, змочуючи його. У дифузори сопла Вентурі потік зменшує швидкість до 15-20 м/с і подається в краплєловлювач. Коагульований пил видаляється у вигляді шламу.

Процес очищення газів від твердих або рідких часток за допомогою пористих матеріалів називається **фільтруванням**.

Фільтри бувають таких типів:

- **зернисті**. Вони можуть працювати при температурі 700-1100 °С, в умовах агресивних середовищ, витримують механічні навантаження, зміни температур і тиску. Ці фільтри можуть бути зернисті, у яких уловлюючі елементи – галька, гравій, пісок, гранули - не зв'язані жорстко один з одним; жорсткі пористі - в них зерна тривко зв'язані один з одним у результаті

спікання або склеювання (пориста кераміка, пластмаси); в'язані або ткані;

- **волокнуваті**. Ці фільтри виробляються з шарів волокнуватих матеріалів різноманітної товщини: тонковолокнуваті являють собою шари синтетичних волокон діаметром 1-2 мкм, які нанесено на марлеву основу або основу з більш товстих волокон. Вони застосовуються для тонкого очищення високодисперсних аерозолів. Регенерація їх практично не можлива. Грубоволокнуваті фільтри застосовуються для грубого очищення газів, їх можна легко регенувати або замінювати;

- **тканинні**. Фільтрувальним матеріалом тканинних фільтрів є різноманітні тканини: бавовняні, лавсанові та ін. Одна з найважливіших умов використання цих фільтрів – контролювання температури газового викиду, який підлягає очищенню.

Електричне очищення в **електрофільтрах** – один з найбільш досконалих видів очищення газів від аерозолів. Таке очищення ґрунтується на ударній іонізації газу в зоні коронувального розряду, передачі заряду іонів часткам домішок і осадженні останніх на коронувальних електродах.

Аерозольні частки забруднювачів адсорбують на своїй поверхні іони, одержують заряд і переміщуються в напрямі електроду з протилежним знаком заряду. Після накопичення часток на електродах, їх видаляють струшуванням або за допомогою промивання електродів.

Способи очищення промислових викидів від токсичних газоподібних забруднювачів за характером перебігу фізико-хімічних процесів розподіляють на п'ять основних груп:

- промивання викидів розчинниками домішок (абсорбція);
- промивання викидів розчинами реагентів, що зв'язують домішки за допомогою хімічних реакцій (хемосорбція);
- поглинання газоподібних домішок твердими активними речовинами (адсорбція);
- термічна нейтралізація газів, що відходять;
- поглинання домішок за допомогою реакцій з використанням каталізатора.

Спосіб **абсорбції** полягає в розподілі газоповітряної суміші шляхом поглинання одного або декількох газових компонентів (абсорбатів) суміші рідким поглиначем (абсорбентом). Вирішальною умовою при виборі абсорбенту є розчинність у ньому компонента, що потрібно видалити, і залежність розчинності цього компонента від температури і тиску. Якщо розчинність газів за нормальних умов більше ніж 100 г на 1 кг розчинника, то такі гази відносять до добре розчинних.

Контакт газового потоку з розчинником здійснюється або розпиленням рідини, або барботажем газу через шар рідини, чи пропусканням газу через насадкову колонку.

Спосіб **хемосорбції** оснований на абсорбції газів твердими або рідкими реагентами з утворенням мало легких або малорозчинних хімічних сполук. Хемосорбцію застосовують в основному для очищення технологічних газів від сірководню, хлору, сірчистого ангідриду. Як рідкі абсорбенти застосовують розчини аміаку, карбонату натрію, карбонату калію, ортофосфату калію, моно- і діетаноламіну.

Перевага засобів абсорбції й хемосорбції полягає в економічності очищення великої кількості газів і в можливості здійснення безперервних технологічних процесів. Недоліком є громіздке обладнання, утворення великої кількості відходів.

Спосіб **адсорбції** оснований на властивостях деяких твердих тіл вибірково поглинати і концентрувати на своїй поверхні окремі компоненти з газової суміші. Як адсорбенти застосовують речовини, що мають велику площу поверхні на одиницю маси. Наприклад, активоване вугілля має поглинаючу поверхню 10^5 - 10^6 м²/кг, його застосовують для очищення газів від органічних домішок. Гарними адсорбентами є також оксиди (активований глинозем, силікагель).

Конструктивно адсорбери виконуються у вигляді вертикальних, горизонтальних або кільцевих ємностей, заповнених нерухомим адсорбентом або шаром абсорбенту, що переміщується, через який фільтрується потік газу. Адсорбенти застосовуються для очищення вихлопних газів автомобілів, вилучення отруйних компонентів, радіоактивної пари при експлуатації ядерних реакторів, наприклад, радіоактивного йоду.

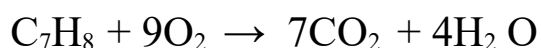
Недоліки способу: велика кількість шламів, великі габарити апаратів.

Термічна нейтралізація основана на спроможності токсичних компонентів окислюватися до менш токсичних. Спосіб має такі переваги перед способами адсорбції і абсорбції: відсутність шламів, малі габарити настанов, простота їх обслуговування, висока ефективність очищення викидів при низькій вартості очищення. Недоліки термічної нейтралізації: галузь застосування способу обмежується характером окислених продуктів, що утворюються після реакції. Метод можна використовувати для очищення викидів, які містять токсичні компоненти органічного походження, але не сірку, фосфор чи галогени. Окислення сполук, що містять галогени, призводить до появи оксидів, які за токсичністю переважають вихідний газовий викид.

Каталітичний спосіб використовують для окислення токсичних компонентів промислових викидів за допомогою додаткових речовин – каталізаторів. Перевагою способу є: короткочасність перебігу процесу (інколи частки секунди), малі габарити реактора, низькі температури в порівнянні з термічною нейтралізацією, незначні кількості каталізатора.

Каталізаторами можуть бути метали (Pt, Pd) або деякі сполуки (CuO, MnO₂). Способи підбору індикатора, як правило, емпіричні. Для проведення очищення необхідна незначна кількість каталізатора, розташованого так, щоб забезпечити максимальну поверхню контакту з газовим потоком.

При очищенні повітря від толуолу відбувається така реакція за допомогою каталізаторів (MnO₂, сіль Pd):



Ефективність очищення газу – 95 – 98 %.

Біохімічні способи основані на спроможності мікроорганізмів руйнувати і перетворювати різноманітні сполуки. Розклад речовин відбувається під дією ферментів, що виробляються мікроорганізмами. Конструкційно пристрої для біохімічного очищення газів поділяються на біоскрубери та біофільтри.

Біоскруберами називають абсорбційні апарати, у яких абсорбентом є водяна суспензія активного мулу. Шкідливі компоненти вловлюються абсорбентом і розщеплюються мікроорганізмами активного мулу.

У біофільтрах газ пропускають через шар фільтра. Фільтром є ґрунт, торф або компост, на якому заздалегідь вирощують біологічно активну плівку.

Проектування систем очищення газоповітряної суміші від шкідливих речовин потребує, як правило, комплексного підходу до вирішення цієї проблеми. При виборі процесів газоочищення необхідно керуватися такими вимогами, як:

- максимальна ефективність очищення при малих енерговитратах;
- простота конструкції обладнання і простота його обслуговування;
- компактність устаткування;
- можливість виготовлення окремих вузлів з полімерних матеріалів;
- максимально можливе утримання шкідливих речовин і теплоти;
- повернення неочищених газів і теплоти в технологічний процес.

4.9 Екологічні наслідки глобального забруднення атмосфери

Домішки, що забруднюють атмосферу, викликають частіше незворотні зміни: зменшують прозорість, поглинають сонячну енергію, порушують геофізичні процеси переміщення повітряних мас, викликають численні негативні явища в погоді, змінюють мікроклімат міст, погіршують здоров'я людей.

Учені пов'язали виверження вулканів, які супроводжуються викидами великої кількості пилу, з настанням більш холодної погоди. Вони прийшли до висновку, що хмари пилу, які з'являються внаслідок вулканічних вивержень, відбивають сонячне світло, не пропускаючи його до земної поверхні, що призводить до її охолодження. Гіпотези про роль вулканічного пилу стали підставою для теорії «*ядерної зими*» Вибухи ядерної

зброї можуть створити такі густі хмари пилу, що температура повітря знизиться на 30-40 °С.

Внаслідок техногенної діяльності людини збільшується концентрація оксидів вуглецю в атмосфері. Щорічно в атмосферу потрапляє біля $5 \cdot 10^{11}$ т вуглекислого газу. Із збільшенням використання палива органічного походження ця кількість буде зростати. Зростання концентрації CO₂ призводить до підвищення температури навколишнього середовища за рахунок **«парникового ефекту»**. Суть цього явища в тому, що вуглекислий газ діє як скло в парнику – пропускає сонячні промені і затримує тепло поверхні Землі. Крім вуглекислого газу, також діє оксид азоту (N₂O), метан, фреони. Це може призвести до збільшення числа засушливих районів у середніх широтах (Україна, Кубань) і, як наслідок, до зменшення урожаїв зерна; підйому рівня Світового океану на 2-3 м внаслідок танення полярних «льодових шапок», це у свою чергу призведе до затоплення багатьох прибережних зон; збільшення вмісту вуглекислоти в океані.

Відомо також, що в ході техногенезу відбувається значне порушення природного виробництва кисню. Водночас значно збільшується його споживання промисловістю, авіацією, автотранспортом. На деяких територіях його споживається більше, ніж виробляється в результаті фотосинтезу. Зараз щорічно у світі спалюється близько 8-9 млрд т органічного палива, на що витрачається близько 15 млрд т кисню атмосфери. Тільки один реактивний лайнер при перельоті з Америки в Європу за 8 год витрачає 70-75 т кисню. Приблизно стільки ж кисню виробляють за цей же час 25-50 тис. га лісу.

Заслуговує особливої уваги **проблема озонowego екрана**, що утворюється трьохатомним киснем на висоті 30-33 км. Як відомо, озон міститься в атмосфері в зовсім незначних кількостях (1 частина на 4 млн частин повітря), але відіграє унікальну роль у біосфері. Завдяки озону утворюється озоновий щит, що захищає все живе на Землі від згубної дії ультрафіолетових сонячних променів. Відомо, що оксиди азоту, а також хлор- і фторовмісні вуглеводні руйнують озоновий екран. За повідомленнями американських фахівців швидкість зменшення запасів озону у верхніх шарах атмосфери складає близько 3 % на рік. Найбільше

руйнування озонового шару відбулося над Антарктидою і в прилягаючих до неї районах, тут утворилася озонова діра розмірами з територію США. Це надзвичайно небезпечно, бо зниження вмісту озону на 1 % збільшує число захворювань раком шкіри на 5-6 %.

При деяких погодних умовах (наприклад, інверсії, коли холодне повітря розташоване над теплим) в промислових містах та індустріальних центрах можуть утворюватися особливо великі скупчення шкідливих газоподібних та аерозольних домішок у приземному шарі повітря – *фотохімічний смог* – гетерогенна суміш повітря, мряки і токсичних речовин. Смог може призвести до отруєння, зі смертельним кінцем.

Кислотні дощі. У результаті викидів в атмосферу величезної кількості оксидів сірки, азоту і вуглецю, які переносяться на великі відстані, взаємодіють з водою, утворюючи розчини сірчаної, азотної, сірчистої, азотистої і вугільної кислот, можливе випадання на сушу «кислотних дощів або снігів». Це призводить до виснаження ґрунтів, зниження врожайності сільськогосподарських культур, вимивання з ґрунту калію, магнію, отруєння водосховищ, загибелі лісів, риби, птаства, тварин, захворювань органів дихання тварин і людей, руйнування будинків і пам'яток архітектури.

З фізичним і хімічним станом атмосфери зв'язане здоров'я людей, умови розвитку тварин і рослин. Назріла необхідність організації систематичних спостережень за характером прояву в біосфері різноманітних забруднень атмосфери, вимагається більш досконала оцінка можливих великих змін атмосфери і клімату Землі, щоб уникнути небажаних наслідків.

Таким чином, захист і охорона атмосфери від забруднення – найважливіша соціальна і науково-технічна проблема.

4.10 Наслідки забруднення атмосферного повітря в Україні

Забруднення навколишнього середовища має такі розміри, що в Україні практично немає міст з чистим повітрям.

ГДК шкідливих речовин в атмосфері Дніпропетровська, Дніпродзержинська, Горлівки, Краматорська, Кривого Рога та інших міст із східних областей перевищуються в 10 і більше разів.

Наслідком забруднення атмосфери шкідливими речовинами є збільшення швидкості корозії металоконструкцій.

Найбільш небезпечно забруднене повітря діє на зелені насадження (ліси, парки, декоративні посадки). Так, у 1964 р. в результаті аварійного викиду аміаку на Сєверо - донецькому ПО «Азот» загинуло 64 га соснового лісу в Лисичанському лісництві. Така ж катастрофічна ситуація виникла в районі Ровенського ПО «Азот», коли викид великої кількості фітотоксикантів призвів до знищення 459 га зелених насаджень.

Забруднення атмосферного повітря негативно впливає на стан здоров'я людей. Наприклад, викиди такої канцерогенної речовини, як бенз[α]пірен, складають по комбінату «Запоріжсталь» усього декілька кілограмів на рік, однак ця речовина більш ніж у мільйон разів токсичніша, ніж оксид вуглецю, і є найбільш небезпечною з усіх інших забруднювачів не тільки «Запоріжсталі», але і всіх викидів міста Запоріжжя. Токсичність цієї речовини така висока, що США і деякі інші країни навіть не мають норм ГДК на неї: його взагалі не повинно бути.

Найбільшим забруднювачем міського повітря є автотранспорт (40 % забруднень), в атмосферу викидаються з вихлопними газами такі речовини, як SO₂, CO, NO₂, Cl₂, NH₃, фенол.

Кримський півострів оголошено зоною екологічного лиха. Місто Ялта виключено із списку світових курортів.

ТЕМА 5. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ГІДРОСФЕРИ

5.1 Характеристика гідросфери, її значення

Гідросфера – водна сфера нашої планети. Вона тісно зв'язана з атмосферою і літосферою. Вода вкриває більш 70,8 %

поверхні Землі. Це одна з найрозповсюдженіших речовин у біосфері. На планеті міститься біля 1,5 млрд км³ води в різних формах.

Важко переоцінити значення води у природі:

- вода є кліматичним чинником;
- вода є середовищевірним чинником, оскільки багатьом організмам вода потрібна як середовище мешкання, вода міститься в атмосфері, у ґрунті;
- тіла живих організмів в основному складаються з води (у рослинах її від 40 до 98 %, у стовбурах дерев води міститься 50 – 55 %, в їх листі – 79 – 82 %, у траві – 83 – 86 %, в плодах томатів і огірків – 94 – 95 %, у водоростях 96 – 98 %. Рослини можуть загинути при втраті біля 50 % води. Коли людина втрачає 10 % води, що міститься в організмі, порушується обмін речовин, а при втраті біля 20 – 30 % води настає смерть);
- вода сприяє утворенню рельєфу, ландшафтів, ґрунтів, тому що вода - це універсальний розчинник;
- без води неможливий фотосинтез органічної речовини зеленими рослинами.

Запаси води на Землі та активність водообміну наведені в таблиці 5.1.

Прісні води складають на Землі приблизно 2,6 % загальної кількості води в біосфері.

Таблиця 5.1 - Запаси води на планеті

Елементи гідросфери	Обсяг, тис. км³	Частка в загальному обміні	Активність водообміну, рік
Океани	1456310	94,21	3000
Підземні води	60000	4,12	5000
Льодовики	24000	1,65	8300
Ґрунтова волога	75	0,005	1
Озера	230	0,016	10
Річкові води	1,2	0,0001	0,0032
Пари атмосфери	14	0,001	0,0027

5.2 Водні ресурси, їх використання та класифікація

Водні ресурси – запас прісних вод на планеті. Для людини найбільше практичне значення мають річкові води; води озер використовуються менше, а льодовики практично не використовуються.

Вода перебуває в постійному русі. Річкові води найбільш рухомі. Запаси води в ріках оновлюються один раз в 16 днів, тобто приблизно 25 разів у рік, і загальний річний обсяг прісних вод досягає 47 тис. км³.

Одноразовий запас води у руслах рік розподілений по континентах нерівномірно : Австралія і Океанія – 25 км³; Європа – 80 км³; Африка – 195 км³; Північна Америка – 250 км³; Азія - 565 км³; Південна Америка – 1000 км³. З країн найбільше забезпечена прісною водою Бразилія.

По території України річкова вода також розподілена нерівномірно: на донецько-придніпровський і південний економічні райони припадає лише 30 % води, а проживає тут 60 % населення, 70 % прісної води потребує південно-західний економічний район (45 % території). Дефіцит прісної води відчувається у промислових районах Донбасу і Придніпров'я, в Кримській та інших південних областях.

Головні ріки України: Дніпро, Дністер, Південний Буг, Тиса, Прут, є ще малі річки (63000). Стан цих рік викликає тривогу, більше ніж 20000, їх уже зникло. Проблема збереження й оздоровлення водних басейнів дуже важлива для нашої країни.

Прісні води використовуються у різноманітних цілях: для потреб сільського господарства витрачається 70-80 % прісної води. Зрошуване землеробство займає лише 15-17 % площі сільськогосподарських угідь, але дає половину всієї продукції; для потреб промисловості використовується біля 20 % від загального об'єму прісної води. Основні споживачі води в промисловості – атомна енергетика, сталеливарна, хімічна, нафтохімічна, целюлозно-паперова і харчова галузі; прісна вода витрачається для потреб комунальних служб; вода використовується для потреб транспорту; води природних та штучних водоймищ використовує рибне господарство.

Кількість води, що споживається в господарстві, залежить від регіону та рівня життя і складає від 3 до 700 л/доб для однієї людини.

Необхідно розрізняти поняття водокористування і водоспоживання.

Водокористування – це використання води без вилучення її з місць природної локалізації. Водокористування в основному здійснюють рибне господарство, водний транспорт, гідроенергетика.

Водоспоживання – це використання води, пов'язане з вилученням її з місць природної локалізації з частковим або повним безповоротним витраченням або поверненням до джерел водозабору в зміненому (забрудненому) стані. Головні водоспоживачі – сільське господарство, промисловість і культурно - побутове господарство.

За походженням водні ресурси розподіляються на атмосферні, поверхневі й підземні води.

Атмосферні води – води дощових і снігових опадів, характеризуються найменшим вмістом домішок. У дощовій воді містяться, головним чином, розчинені гази: O₂, CO₂, H₂S, окисли азоту і сірки, органічні речовини, що забруднюють атмосферу в промислових районах. Атмосферна вода не містить розчинних солей.

Поверхневі води – це води річкові, озерні, води ставків, водосховищ. Ці води відрізняються різноманітністю складу домішок. Вони містять гази: O₂, CO₂ та ін.; солі: бікарбонати, сульфати, хлориди кальцію, магнію, натрію, калію, заліза. Найбільшим вмістом різноманітних солей відзначається вода деяких озер, де вміст солі може досягати 25-30 г/мл.

Підземні води – води артезіанських свердловин, криниць, джерел, гейзерів. Вони характеризуються різноманітним складом розчинних солей, який залежить від складу і структури ґрунтів і гірських порід. У підземних водах звичайно немає домішок органічного походження.

5.3 Якість природних вод

Якість води визначається такими її фізичними і хімічними характеристиками, як: прозорість, кольоровість, запах, смак, загальний солевміст, жорсткість, окисність, реакція води. Прозорість (каламутність) зумовлена наявністю у воді грубодисперсних домішок, одиниця виміру – міліграм на літр (мг/л). Кольоровість визначається в порівнянні з платино-кобальтовою шкалою та оцінюється у градусах. Один градус кольоровості відповідає вмісту у воді 0,1 мг/мл кобальту. Запах зумовлюється розчинами солей, газів, органічних сполук, що утворюються в процесі життєдіяльності водних організмів. Запах оцінюють за 5-бальною системою (таблиця 5.2). Засіб визначення - органолептичний.

Смак, як і запах, залежить від наявності у воді домішок різноманітних речовин. Смак буває гіркий, солоний, кислий, солодкий; інші відчуття визначаються як присмаки. Загальний солевміст характеризує наявність у воді мінеральних та органічних домішок. Для більшості споживачів води основним якісним показником є твердість води, зумовлена наявністю у воді солей магнію і кальцію. Твердість визначається в міліграм-еквівалентах на літр (мг-екв/л) іонів Ca^{+2} і Mg^{+2} у воді, тобто за одиницю жорсткості приймають вміст 20,04 мг/л іонів Ca^{+2} або 12,16 мг/л іонів Mg^{+2} . Розрізняють три типи жорсткості води: *тимчасову, постійну і загальну*.

Таблиця 5.2 - Система балів для оцінки інтенсивності запаху

Бали	Інтенсивність запаху
0	Жодного
1	Дуже слабкий
2	Слабкий
3	Помітний
4	Чіткий
5	Дуже сильний

Тимчасова (карбонатна або усувна) жорсткість зумовлена наявністю у воді бікарбонатів кальцію і магнію, які при кип'ятінні води переходять у нерозчинні середні або основні солі, що випадають у вигляді щільного осаду (накипу):



Постійна (некарбонатна, неусувна) жорсткість зумовлена вмістом у воді хлоридів і сульфатів кальцію і магнію. Ці солі залишаються при кип'ятінні в розчиненому стані.

Окисність води характеризується наявністю у воді органічних домішок і виражається в міліграмах кисню, що витрачається на окислення органічних речовин, які містяться в 1 л води. Активна реакція води – ступінь її кислотності або лужності, характеризується концентрацією іонів гідрогену. Для оцінки використовують водневий показник $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$.

Реакція природних вод близька до нейтральної, значення pH коливається у межах від 6,8 до 7,3.

Споживачі в залежності від цільового призначення води висувають певні вимоги до її якості. Основна нормативна вимога до якості води у водних об'єктах – відповідність води встановленим гранично допустимим концентраціям речовин.

Гранично допустима концентрація (ГДК) – це така концентрація речовини, що виключає несприятливий вплив її на організм людини та виключає порушення нормальних умов водокористування. Іншими словами, це така концентрація, при перевищенні якої вода стає непридатною для одного або декількох видів водокористування.

Державний стандарт якості питної води містить 633 нормативи, що визначають можливий вміст тих або інших речовин, наявність яких у воді не призводить до негативного впливу на організм людини. При цьому враховується, що води бувають забруднені водночас декількома забруднювачами. Тому гігієнічне нормування проводиться з урахуванням комбінованої дії шкідливих речовин, для кожної з яких розроблені і обґрунтовані ГДК.

5.4 Види забруднення гідросфери

Забруднення гідросфери - це внесення до водного середовища нових нехарактерних для нього речовин, які погіршують якість води.

Водосховища забруднюються головним чином у результаті спуску в них стічних вод від промислових підприємств та населених пунктів.

У результаті скидання стічних вод змінюються фізичні властивості води (температура, прозорість, забарвлення, присмак, запах); змінюється хімічний склад води (збільшується вміст органічних і неорганічних речовин, з'являються токсичні речовини, зменшується вміст кисню, змінюється активна реакція середовища та ін.); на дні водосховища утворюються осади; на поверхні водосховища з'являються плаваючі речовини; змінюється якісний і кількісний бактеріальний склад; з'являються хвороботворні мікроби.

Забруднення вод класифікують по-різному, в залежності від підходів, критеріїв і задач. Зазвичай виділяють *хімічне, фізичне і біологічне* забруднення гідросфери.

Хімічне забруднення зумовлено підвищенням у воді концентрації неорганічних і органічних домішок.

Органічні домішки надходять у гідросферу разом з промисловими, сільськогосподарськими і побутовими стоками. Найбільш розповсюдженими органічними забруднювачами є нафтопродукти, пестициди (отрутохімікати), поверхнево-активні речовини (мийні засоби), феноли. Багато з них у водному середовищі або взагалі не розкладаються, або розкладаються дуже повільно і здатні накопичуватися в харчових ланцюгах.

Нафта. Нафтове забруднення Світового океану найбільш розповсюджене явище. Від 2 до 4 % водної поверхні Тихого й Атлантичного океанів постійно вкрите нафтовою плівкою. До морських вод щорічно надходить приблизно 6 млн. т вуглеводнів нафти. Майже половина цієї кількості зв'язана із транспортуванням нафти і розробленням родовищ нафти на шельфі. Континентальне нафтове забруднення надходить в океан через річковий стік.

Ріки світу щорічно виносять у морські й океанські води понад 1,8 млн т нафтопродуктів.

У морях забруднення нафтою буває різних видів. Нафта може тонкою плівкою вкривати поверхню води, а при розливах товщина нафтового покриття спочатку може складати декілька сантиметрів. Через деякий час утворюється емульсія нафти у воді або води в нафті. Пізніше виникають шматочки важкої фракції нафти - нафтові агрегати, що здатні довго плавати на поверхні моря. До плаваючих часток мазуту прикріплюються різноманітні дрібні тварини, якими харчуються риби і вусаті кити. Разом з ними вони поглинають і нафту. Деякі риби від цього гинуть, інші наскрізь просякають нафтою і стають непридатними для вживання в їжу через неприємний запах і смак.

Усі компоненти нафти – токсичні для морських організмів.

Наслідки дії нафти на морські екосистеми: нафта впливає на структуру морських угруповань: при нафтовому забрудненні змінюється співвідношення видів і зменшується їх різноманітність. Так, у великій кількості розвиваються мікроорганізми, які живляться нафтовими вуглеводнями, а біомаса цих мікроорганізмів отруйна для багатьох морських мешканців. Доведено, що не менш небезпечним є тривалий хронічний вплив навіть невеликих концентрацій нафти. При цьому поступово падає первинна біологічна продуктивність моря. Вуглеводні нафти здатні розчиняти в собі ряд інших токсичних речовин, таких як пестициди, солі важких металів, що разом з нафтою концентруються у верхніх шарах води і ще більше отруюють її. Ароматична фракція нафти містить речовини мутагенної і канцерогенної природи, наприклад, бенз[α]пірен. Бенз[α]пірен активно циркулює в морських харчових ланцюгах і, нарешті, потрапляє до їжі людей. Найбільша кількість нафти зосереджена в тонкому верхньому шарі морської води, який відіграє особливо важливу роль у різноманітних життєвих процесах океану (в цьому шарі зосереджено безліч організмів). Поверхневі нафтові плівки порушують газообмін між атмосферою і океаном (зазнають змін процеси розчинення і виділення кисню, змінюється режим обміну вуглекислого газу), порушують теплообмін води, змінюють відбивну спроможність морської води.

Пестициди. Хлоровані вуглеводні широко застосовуються як засоби боротьби з шкідниками сільського та лісового

господарства. До цього класу речовин належить відомий пестицид ДДТ (дихлордифенілтрихлорметан).

Поліхлорбіфеніли та інші тривкі сполуки цього класу зараз виявляються всюди у Світовому океані, включаючи Арктику і Антарктику. Вони легко розчиняються в жирах і тому накопичуються в органах риб, хижаків, морського птаства. Будучи ксенобіотиками, тобто речовинами повністю штучного походження, вони не мають серед мікроорганізмів своїх «споживачів» і тому майже не розкладаються в природних умовах, а тільки накопичуються у Світовому океані. Ці сполуки гостро токсичні, впливають на кровотворну систему, пригнічують ферментативну активність, значно впливають на спадкоємність.

Неорганічні домішки. До неорганічних речовин, що забруднюють води морів і океанів, належать сполуки важких металів. Важкі метали, багато з яких характеризуються токсичними властивостями, надходять в океан разом з річковим стоком. Загальна величина річкового стоку складає 46 тис. км³ води в рік. Разом з ним у Світовий океан надходить до 2 млн т свинцю, до 20 тис. т кадмію і до 10 тис. т ртуті. Найбільш високі рівні забруднення мають прибережні води і внутрішні моря. Чималу роль у забрудненні Світового океану відіграє й атмосфера. Так, наприклад, до 30 % всієї ртуті і 50 % свинцю, що надходять в океан щорічно, переноситься через атмосферу.

За своїми токсичними властивостями в морському середовищі особливо небезпечною є ртуть. Під впливом мікробіологічних процесів токсична неорганічна ртуть перетворюється в значно більш токсичні органічні форми ртуті. Накопичені завдяки біоаккумуляції в організмах риб або моллюсків сполуки метильованої ртуті становлять пряму загрозу життю і здоров'ю людей. Сумно відома хвороба «мінамато», що отримала назву від японської затоки, де відбулося отруєння місцевих жителів ртуттю. Вона забрала немало життів і підірвала здоров'я багатьом людям, що вживали в їжу морські продукти цієї затоки, на дні якої накопичилася велика кількість ртуті від відходів промислового комбінату.

Ртуть, кадмій, свинець, мідь, цинк, хром, миш'як та інші важкі метали не тільки накопичуються в організмах морських

тварин, вони дуже згубно впливають на мешканців моря та отруюють їх.

Масштаби забруднення продуктів морів і океанів такі великі, що в багатьох країнах встановлено санітарні норми на вміст в них тих або інших шкідливих речовин. Цікаво відзначити, що при концентрації ртуті у воді тільки в 10 разів більшої порівнянно з її природним вмістом, забруднення устриць уже перевищує норму, встановлену в деяких країнах. Це демонструє наскільки близько та межа забруднення морів, яку неможливо переступити без шкідливих наслідків для життя і здоров'я людей.

Фізичне забруднення пов'язане із зміною фізичних параметрів водного середовища, з наявністю певних механічних і теплових домішок.

До механічних домішок відносять донні осади. Збільшення донних осадів належить до одного з гідрологічних наслідків урбанізації. Кількість донних осадів у ріках і водосховищах постійно зростає через ерозію ґрунтів, яка у свою чергу зумовлена помилками при проведенні меліоративних сільськогосподарських робіт, знищення лісів, а також зарегульованість річкового стоку. Це явище призводить до порушення екологічної рівноваги у водних системах, згубно діє на донні організми.

Джерелом теплового забруднення є підігріті води, що потрапляють у навколишнє середовище від теплоелектростанцій і підприємств промисловості. Підвищення температури природних вод має цілий ряд негативних наслідків: змінюються природні умови мешкання водних організмів, знижується кількість розчиненого у воді кисню, змінюється швидкість обміну речовин водних організмів. Багато мешканців рік, озер або водосховищ внаслідок цього гинуть, розвиток інших пригнічується.

Біологічне забруднення полягає у зміні властивостей води в результаті підвищення в ній кількості мікроорганізмів, рослин і тварин.

Розклад органічних речовин, що надходять у водосховища з різноманітними стоками, відбувається під впливом мікроорганізмів і супроводжується споживанням розчиненого у воді кисню. Якщо кисню у воді достатньо й органічних відходів небагато, то аеробні бактерії досить швидко перетворюють їх у

порівняно нешкідливі залишки. Інакше діяльність аеробних бактерій пригнічується, вміст кисню різко падає, починаються процеси гниття. За вмістом кисню у воді нижче 5 мг/ л, а в районах нересту – нижче 7 мг/ л багато видів риб гине.

Хвороботворні мікроорганізми і віруси містяться в погано оброблених або зовсім не оброблених каналізаційних стоках населених пунктів і тваринницьких ферм. Через потрапляння цих стоків у питну воду патогенні мікроби і віруси викликають різноманітні епідемії, зокрема спалахи сальмонельозу, гастроентериту, гепатиту та ін. У розвинених країнах сьогодні розповсюдження епідемій через суспільне водопостачання відбувається рідко. Можуть бути заражені харчові продукти, наприклад, овочі, через удобрення ланів шламами (від нім. Schlamm – бруд) після очищення побутових стічних вод.

Водні безхребетні (устриці або інші молюски) із заражених водосховищ часто були причиною спалахів черевного тифу.

Біогенні живильні елементи - головним чином сполуки азоту і фосфору - надходять у водосховища із побутовими і сільськогосподарськими стічними водами. Збільшення вмісту нітритів і нітратів у наземних і підземних водах призводить до забруднення питної води і до розвитку деяких захворювань. Зростання кількості цих речовин у водосховищі здатне привести до його евтрофікації. Евтрофікація водосховища, яка є наслідком збільшення кількості біогенних органічних речовин, - це сукупність процесів, що починаються з бурхливого розвитку планктону і водоростей, які поглинають весь кисень у воді, що призводить, врешті, до розвитку гнильних процесів і загибелі водосховища.

В умовах, коли кількість стоків була значно менша, ніж сучасна, а забруднювачі були, головним чином, органічного походження і легко піддавалися розкладу, відновлення природних вод відбувалося природним шляхом у результаті спроможності водоймищ до самоочищення в процесі природного водообміну. Самоочищення природних вод можна визначити як сукупність взаємозв'язаних гідродинамічних, фізико-хімічних, мікробіологічних і гідробіологічних процесів, що ведуть до відновлення первісного стану водного об'єкта. Іншими словами,

це ліквідація забруднення водного середовища в ході життєдіяльності природних організмів.

Спорудження водосховищ істотно знизило спроможність рік до самоочищення, бо зменшилася швидкість водообміну. Після завершення будівництва каскаду водосховищ на Дніпрі швидкість водообміну скоротилася в декілька разів, зменшилася і спроможність дніпровської води до самоочищення, незважаючи на майже повне припинення скидання великої кількості неочищених стічних вод. Сьогодні повне самоочищення води неможливе, тому підтримання необхідної якості води в джерелах потребує прийняття спеціальних заходів з обмеження потрапляння у водосховища шкідливих речовин, а також використання засобів для їх знешкодження.

5.5 Основні методи очищення стічних вод

Характер і склад стічних вод, що скидаються промисловими підприємствами, надто різноманітні, тому і розрізняються способи очищення їх від забруднень.

Вибір способу очищення залежить від конкретних особливостей виробництва та якості природних вод, які використовуються. Таким чином, вибір способу очищення обумовлюється:

- технологічними особливостями виробництва;
- фізичним станом забруднень у воді;
- концентрацією забруднюючих речовин;
- станом, у якому перебувають розчинені речовини: молекулярним або іонним.

Застосовуються п'ять способів очищення стічних вод: **механічний, фізико-хімічний, хімічний, біохімічний, термічний.**

Механічне очищення застосовують для виділення зі стічних вод нерозчинних, грубодисперсних домішок. Використовують такі способи як проціджування, фільтрування, відстоювання. Ефективність способу 50-70 %. Для затримки великих забруднень воду проціджують через решітки. Частики, які мають густину більшу, ніж густина води, видаляють відстоюванням у

відстійниках. Речовини більш легкі, ніж вода, - нафтопродукти, смоли, жир - видаляють за допомогою споруд, що називаються пастками (смолопастками, жиропастками). Частки мінерального походження, головним чином пісок, видаляють осадженням у приладах, що називаються пісковловлювачами.

Нарешті, для звільнення стічних вод від дуже дрібних часток застосовують фільтри, найчастіше з шару зернистого матеріалу, наприклад піщані фільтри.

Очищення механічними способами звичайно застосовують на початковій стадії в загальній системі очищення стічних вод.

Способи фізико-хімічного очищення надто різноманітні, вони вимагають застосування спеціальних реагентів. Ефективність фізико-хімічних способів 90-95 %.

Фізико-хімічні способи ґрунтуються на зміні фізичного стану забруднень для полегшення їх вилучення із стоків. До цих засобів належать коагуляція, флокуляція (для полегшення осадження забруднюючих часток), флотація, при якій домішкам додають більшої плавучості і вони спливають на поверхню води, після чого видаляються за допомогою різноманітних пасток. Останнім часом широко застосовується іонний обмін, тобто витягування з водних розчинів різноманітних катіонів та аніонів за допомогою твердих речовин - іонітів, з їх подальшою регенерацією. Позитивними сторонами фізико-хімічних способів є їх достатня ефективність, неможливість інколи вирішити проблему іншими методами. Ці способи широко застосовують у промисловості, особливо для очищення багатоконпонентних стічних вод з малою концентрацією забруднювачів. Недоліком є те, що ці способи потребують використання достатньо дорогих реактивів.

Способи **хімічного** очищення застосовують у тих випадках, коли видалення забруднювачів можливе тільки в результаті хімічної реакції між забруднювачем і реагентом з утворенням нових речовин, які можна легко усунути із стічних вод. При хімічному очищенні використовують реакції конденсації, окислення, нейтралізації, у результаті яких одержують нетоксичні чи менш токсичні речовини; розчинні у воді сполуки перетворюють у нерозчинні, які легко видалити; кислі і лужні стоки – нейтралізують. Недоліком цих способів є те, що вони потребують великої кількості реагентів, крім того, нові, нехай

нетоксичні, сполуки забруднюють водосховище, і тому потрібне додаткове очищення води іншими методами. Однак у деяких випадках застосування хімічного очищення стоків неминуче.

Біологічне очищення стічних вод ґрунтується на спроможності деяких мікроорганізмів руйнувати органічні і деякі неорганічні сполуки (сульфіди, солі амонію), перетворюючи їх у нешкідливі продукти окислення - воду, вуглекислий газ, нітрат- і сульфатіони та ін. Ефективність способу - 85-95 %.

Вважається, що всі органічні речовини можуть у тому або іншому ступені руйнуватися мікроорганізмами, за винятком штучно синтезованих сполук, для яких у природі немає мікроорганізмів, здатних їх споживати. Мікроорганізми можуть окислювати органічні речовини в невеликій концентрації, це є важливою перевагою способу біохімічного очищення у порівнянні з іншими засобами очищення.

Очищені **біохімічним** способом виробничі стічні води відповідають санітарно-гігієнічним вимогам і рибогосподарським нормативам, тому їх можна повертати у водосховища, а також використовувати в оборотному водопостачанні. Доцільне біохімічне очищення виробничих стічних вод разом з господарсько-побутовими водами, бо останні вносять азотисті речовини, необхідні для живлення і розмноження мікроорганізмів. Недоліком біохімічного очищення є мала швидкість окислювальних процесів, внаслідок чого потрібні очисні споруди великих обсягів.

Способи **термічного** очищення стічних вод полягають у повному знищенні забруднюючих речовин при високій температурі (згорянні) з отриманням нетоксичних продуктів згоряння і твердого залишку. Можливі різноманітні варіанти застосування термічного способу, починаючи від повного знищення стоків з отриманням невеликої кількості твердого залишку і до значного зменшення (упарювання) стоків, після чого концентровані розчини можна або заховувати у відвалах, або використовувати для отримання цінних продуктів. Але в будь-якому варіанті термічне очищення виключає забруднення стоками водосховищ. Недоліки способу: при термічному очищенні потрібно випаровувати величезні кількості води, що зв'язано з великими витратами тепла і потребує апаратів великого

обсягу. Цей спосіб економічно недоцільний при великих обсягах стічних вод і при малих концентраціях забруднювачів. У деяких випадках вдається зменшити економічні витрати частковою регенерацією тепла при використанні водяної пари або окупити витрати з очищення отриманням цінних продуктів.

Спосіб очищення і конструктивне оформлення процесу вибирають з урахуванням:

- санітарних і технічних вимог до якості очищених вод і подальшого їх використання;

- кількості стічних вод;

- наявності у підприємства необхідних для процесу знешкодження енергетичних і матеріальних ресурсів (палива, електроенергії, сорбентів, реагентів), а також необхідної площі на спорудження очисних споруд;

- ефективності процесу знешкодження.

Необхідний ступінь очищення вибирають так, щоб якість очищеної стічної води відповідала стандартним вимогам.

Окрім забруднених стічних вод на промислових підприємствах утворюються умовно чисті води, які після охолодження в градирнях спрямовуються в оборотні системи.

5.6 Шляхи зниження забруднення гідросфери

Навіть при найбільш досконалому очищенні, включаючи біологічне, до 10 % розчинених неорганічних і органічних забруднюючих речовин залишаються в очищених стічних водах. Така вода може стати придатною для споживання тільки після багаторазового розведення чистою природною водою.

І тут важливо співвідношення абсолютної кількості стічних вод і водного стоку рік. Світовий водогосподарський баланс показав, що на всі види водоспоживання витрачається 2200 км³ прісної води на рік. На розведення стоків йде майже 20 % ресурсів прісних вод світу. На 1 км³ очищеної стічної води витрачається 10 км³ річної води, а для неочищеної – в 3-5 разів більше.

Кількість прісної води не зменшується, та її якість різко падає. Це потребує змінити стратегію водокористування.

Необхідність примушує ізолювати антропогенний водний цикл від природного. На практиці це означає перехід на замкнуте водопостачання, на маловодні або маловідходні технології, і, нарешті, на «сухі» або безвідходні технології, що супроводжуються різким зменшенням кількості стічних вод та зменшенням обсягів споживання води.

Часто витрати на очищення стічних вод з метою їх повторного використання в системах промислового водопостачання значно менші, ніж витрати на очищення їх відповідно до ГДК речовин для скидання вод у водосховище.

Існує декілька перспективних шляхів зниження кількості забруднених стічних вод: розроблення і впровадження безводних технологічних процесів; вдосконалення існуючих процесів; розроблення і впровадження більш досконалого обладнання; впровадження апаратів повітряного охолодження; повторне використання очищених стічних вод в оборотних системах води для охолодження.

Серед перелічених найбільш раціональний спосіб зменшення кількості стічних вод – це створення оборотних і замкнених систем водопостачання, які виключають скидання води у водосховища.

Застосування оборотного водопостачання дає змогу в 20-50 разів зменшити споживання природної води. Наприклад, для вироблення 1 тони каучуку при прямоточному водопостачанні в старих виробництвах потрібно 2100 м³ свіжої води, а при оборотному водопостачанні - лише 165 м³.

ТЕМА 6. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЛІТОСФЕРИ

6.1 Склад та структура літосфери

Літосфера – це верхній твердий покрив нашої планети, що включає в себе земну кору і верхню частину мантії. Глибина літосфери досягає 50-200 км. Мантія розташована до 3000 км і займає близько 67 % маси Землі, внутрішня частина Землі – це ядро, маса якого складає близько 32 %. Встановлено, що з глибиною збільшується температура і тиск (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1 - Структура Земної кулі

Структура	h, км	t, °C	P, атм
Земна кора	80	1300	$1,3 \cdot 10^4$
Мантія	3000	2000	$1,3 \cdot 10^6$
Ядро	6370	3000	$3,0 \cdot 10^6$

Континентальна земна кора вкриває приблизно 45 % поверхні Землі і має глибину 40-70 км. Окремі її частини мають вік до 3,8 млрд років. Океанська земна кора значно молодша, ніж континентальна, і має меншу товщину - до 5-12 км.

Нижня межа літосфери нечітка й визначається за різким зменшенням в'язкості порід, збільшенням їхньої щільності та іншими геофізичними характеристиками. Товщина літосфери на континентах і під океанами різна й становить відповідно 25—200 та 5—100 км. Найглибші шахти, пройдені людиною, сягають 3—4 км, а найглибша у світі свердловина (пройдена на Кольському півострові) — трохи більше за 12 км. Про склад і будову глибших зон літосфери нам відомо лише на основі непрямих методів (сейсмо- та електророзвідка, гравіметрія тощо).

Літосфера утворена різноманітними осадовими, гранітними і базальтовими породами. У результаті багатьох досліджень обчислено вміст хімічних елементів у земній корі. У 1889 році американський геохімік Кларк проаналізував біля 6000 зразків гірських порід і вперше розрахував середній вміст хімічних елементів у земній корі, що отримав назву «кларки». Найбільш розповсюдженим у літосфері є кисень – 47 %, за ним ідуть кремній – 29,5 %, алюміній – 8,05 %, залізо – 4,65 %, кальцій – 2,96 %. Ці п'ять елементів становлять понад 92 % маси літосфери. Якщо до них додати ще три елементи – натрій (2,5 %), калій (2,6 %) і магній (1,87 %), то їх маса в сумі буде перевищувати 99 %.

З літосферою зв'язані найбільш грандіозні і руйнівні стихійні лиха: землетруси, вулканічні виверження, зсуви.

Землетруси відбуваються в основному в результаті пульсаційно-коливального розвитку літосфери – стиску її в одних регіонах і розширення в інших. За глибиною розташування осередку вони поділяються на глибокофокусні (300-700 км), проміжні (70-300 км) і звичайні (< 70 км). Щорічно кількість землетрусів, які реєструються на Землі, досягає сотень і навіть тисяч, але лише деякі з них викликають катастрофічні руйнування (таблиця 6.2).

Інтенсивність землетрусів оцінюється за 12-бальною шкалою Ріхтера. Для реєстрації землетрусів використовується ціла мережа постійно діючих і тимчасових сейсмологічних станцій, які мають спеціальну апаратуру. Мірою загальної кількості енергії, що випромінюється при сейсмічному поштовсі у формі пружних хвиль є магнітуда, яка вимірюється за 9-бальною шкалою Ріхтера.

Землетрус силою 6 балів за 12-бальною шкалою Ріхтера оцінюється як сильний, 7 - як дуже сильний, 8 - бальний – як руйнівний, 9 - бальний – як зрущувальний, 10 - бальний – як знищувальний, 11 - бальний – катастрофа, 12 - бальний – сильна катастрофа.

До зон сильних землетрусів сейсмологи відносять території Тихоокеанського і Середземноморського поясів. Зони 9-бальних і більш сильних землетрусів, що викликають катастрофічні руйнування, охоплюють райони Камчатки, Курильських островів, гірські райони Паміру, Забайкалля, Закавказзя. 7-бальні землетруси зареєстровані в Карпатах, на Сахаліні, в Прибайкаллі, Криму. Техногенна діяльність людей за останні роки значно знизилася загальну сейсмологічну стійкість. Цей процес охоплює 70 % території України. Найбільш знижена сейсмостійкість ґрунтів на півдні України. Приріст сейсмічності в Одеській, Миколаївській і Херсонській областях складає від 1 до 3 балів, і загальна сейсмонебезпека підвищилася до 7-8 балів. У Донецькій і Луганській областях приріст у 2 бали збільшив сейсмонебезпеку до 6-7 балів, у раніше благополучних Дніпропетровській, Запорізькій, Кіровоградській областях приріст сейсмічності на 3 бали призвів до сейсмонебезпеки у 8 балів, у Рівенській області – до 8 балів, а в Прикарпатті – до 9 балів, на території Києва – до 7 балів.

Вулканізм являє собою сукупність процесів, зв'язаних з переміщенням з глибин Землі магматичних мас і частини газо-водних продуктів, що супроводжують їх. Лава, гарячі гази, пари води й уламки порід вивергаються на поверхню через чашоподібні або воронкоподібні заглиблення на вершині або всередині вулканічного конуса – кратера розмірами до декількох кілометрів.

У результаті вулканізму утворюються вулканічні гори, лавові плато, кратерні озера, грязьові потоки, попіл, вулканічний пил. На земній кулі більша кількість – це згаслі (або сплячі тимчасово) вулкани. Активні (діючі) вулкани розміщені головним чином на Тихоокеанському узбережжі, в Середземноморській зоні. В нинішній час на Землі виявлено понад 800 діючих вулканів із загальною продуктивністю 3-6 млрд т речовини, що вивергається в рік. В усьому світі проводяться геологічні, геофізичні і геохімічні дослідження згаслих і діючих вулканів, бо вулканічна діяльність має величезний вплив на формування земної поверхні.

Таблиця 6.2 - Найбільш великі землетруси ХХ сторіччя

Рік	Місце	Кількість жертв, тис. осіб
1920	Ганьсу (Китай)	180
1923	Токіо (Японія)	>100
1970	Чимботе (Перу)	66
1976	Таншань (Китай)	243
1988	Вірменія (СРСР)	25
1990	Північний Іран	>50

6.2 Мінеральні ресурси

Літосфера – джерело різноманітних мінеральних ресурсів, корисних копалин. Мінеральні ресурси, які є в надрах землі і розташовані на її поверхні, мають величезне значення для народного господарства і можуть бути використані як джерело енергії (теплової, електричної, ядерної), промислова сировина для виробництва, будівельний матеріал і сировина для будівельного виробництва.

Корисними копалинами прийнято вважати скупчення металевих, неметалевих і горючих продуктів, що можуть бути використані як мінеральна сировина.

Серед корисних копалин орієнтовно можна виділити декілька категорій (таблиця 6.3).

Таблиця 6.3 - Класифікація корисних копалин

Метали	Паливні органічні ресурси	Ядерні ресурси	Неметалеві ресурси
Fe, Cr, Mn, Ni, Al, Zn, Cu, Pb, Sn, Au, Ag	Нафта, природний газ, вугілля, горючі сланці	U, Th, Ra	Гіпс, барит, сірка, фосфорити, апатити

Джерела і носії корисних копалин – гірські породи, мінерали, органічна речовина, тобто все те, що складає літосферу й обумовлює різноманітність її речовинного складу.

У нинішній час у світі видобувається біля 400 видів мінеральної сировини. В основному це горючі корисні копалини (нафта, газ, кам'яне і буре вугілля) – 85 % світового видобутку. Більше 10 % займає видобування кольорових і чорних металів.

Корисні копалини входять до складу різноманітних мінералів, серед яких можна виділити такі головні класи: самородні метали, силікати, оксиди, карбонати, сульфідни, селеніди, телуриди, фосфати, сульфати, хромати, молібдати, вольфрамати. Існують відомості, що в складі 2000 відомих мінералів тільки 45 елементів є основними. Такі елементи, як Ca, Fe, Al, Mg, Na, Cu, Pb, Mn, As, містяться більш ніж в 100 мінералах. Десять елементів – U, Ti, Sb, V, W, Zn, Ag, Ni, Ce, Nb – входять до складу 50 мінералів. Менш ніж в десяти мінералах зустрічається Sc, Cd, Cs, Ge. Взагалі не утворюють самостійних мінералів Hf, In, Rb; вони зустрічаються тільки у вигляді домішок у гірських породах.

Сукупність елементів і мінералів у земній корі, що на даному рівні розвитку науки і техніки економічно вигідно розробляти, називаються **рудами**. Скупчення руд утворюють родовища.

Корисні копалини відносять до природних ресурсів, які не відновлюються. У зв'язку з тим, що сфера їх застосування весь час розширюється і потреба в них безупинно росте, виникає загроза їх гострого дефіциту вже в найближчому майбутньому.

Розраховано, що з кінця 50-х років XX сторіччя з надр Землі видобуто приблизно стільки мінеральної сировини, скільки було витрачено за всю попередню історію людства. Щорічно з надр Землі видобувається до 100 млрд т мінеральних ресурсів.

Для забезпечення раціонального, комплексного використання надр для задоволення потреб суспільства у мінеральній сировині, охорони надр, гарантування безпеки людей, навколишнього природного середовища при користуванні надрами 24 липня 1994 року був прийнятий **Кодекс України про надра**.

Основні напрямки раціонального використання мінеральних ресурсів:

- необхідність розроблення технологій раціонального видобутку корисних копалин з більш значних глибин і комплексне їх використання;
- отримання мінеральної сировини із бідних руд;
- заміна дефіцитних матеріалів більш доступними і широко розповсюдженими;

- розширення засобів рециркуляції і вторинного використання деяких металів;
- отримання сировини шляхом хімічного синтезу;
- розширення виробництва штучних будівельних матеріалів (цегли, бетону), вогнеупорів, алмазів, рубінів, азбесту, графіту та ін.;
- використання сонячної енергії й енергії ядерного синтезу як основних джерел енергії;
- розроблення засобів для ефективного вловлювання цінних компонентів з газоподібних і рідких відходів промисловості, транспорту, побуту.

6.3 Значення ґрунтів

Ґрунтом називають поверхневий шар земної кори, змінений під впливом життєдіяльності організмів, на якому ростуть різноманітні рослини. На відміну від гірських порід ґрунт характеризується специфічним складом мінеральних речовин і, головним чином, наявністю органічних речовин – **гумусу**. Ґрунт безупинно змінюється під впливом клімату, біологічних чинників та діяльності людини.

Ґрунти покривають переважну частину поверхні суші, за винятком територій, що зайняті льодовиками і вічними снігами, пустелями, скелями, містами і підприємствами. Вся площа суші - 14800 млн га, з них 28 % зайнято лісами, 17 % - луками, 10 % - зораною землею і 45 % - іншою сушею. Людина використовує більш 55% суші, в тому числі близько 12-20 % - під рілля.

В Україні налічується приблизно 650 різновидів ґрунтів, які між собою різняться мінералогічним складом, вмістом гумусу, фізичними та хімічними властивостями. Найбільш поширеним типом ґрунту в Україні є чорноземи – найбільш родючі ґрунти, з високим вмістом гумусу (4-6 %). Природі для того, щоб утворити шар гумусу завтовшки 1 см, потрібно 25-80 років.

Ґрунт має дуже велике значення для біосфери в цілому, а також для господарської діяльності людини:

- ґрунт є найважливішою частиною біосфери, яка відзначається найвищою щільністю життя і найбільшою геохімічною енергією живої речовини;

- ґрунт бере участь у геологічному кругообігу: винесення розчинних живильних елементів з ґрунту в струмки, моря й океани, де вони відкладаються в потужні пласти осадових порід, а після цього з'являються на поверхні, вивітрюються, а також знову можуть бути використані рослинами;

- ґрунт забезпечує наявність рослинності, яка є основою існування тваринного світу;

- ґрунт бере участь у біологічному кругообігу речовини й енергії: після відмирання органічна речовина надходить у ґрунт, розкладається за допомогою мікроорганізмів, при цьому значна частина елементів переходить у форми, доступні для засвоєння рослинами, а далі знов передається наступним ланкам трофічних ланцюгів, таким чином через ґрунт поєднуються всі компоненти біосфери, утворюючи там складну біокосну систему;

- з ґрунтом безпосередньо пов'язана вся господарська діяльність людини – хліборобство, тваринництво, лісове господарство, будівництво міст, доріг і промислових споруд.

Роль мікроелементів у життєдіяльності організмів. Ґрунти є основним постачальником неорганічних елементів у біотичні системи. З мікроелементів особливо велику роль відіграють Mn, Cu, Zn, I, Mo, B, Cr, Co, Ni та ін. Вони – найважливіша складова частина ферментів, гормонів, вітамінів. Нестача їх у середовищі викликає різноманітні захворювання у рослин або тварин. Встановлено, що B, V, Zn, Cu сприяють кращому використанню світла рослинами у процесі фотосинтезу, впливають на вуглеводний обмін, посилюють окислювальні процеси, беруть участь у синтезі білків, сприяють утриманню рослинами води. Mo, V, Mn, Os беруть участь у специфічних реакціях фіксації азоту різноманітними видами азотофіксуючих бактерій. Mn, Si, Co, B, Li, Cu підвищують стійкість рослин до захворювань.

6.4 Вплив на ґрунт різноманітних негативних чинників

Ерозія ґрунтів – це руйнування і знесення ґрунтового покриву потоками води, повітря, льоду. Природний процес ерозії ґрунтів завжди існував у природі, протікає він поволі і майже непомітно (геологічна ерозія). Швидкість цього процесу така ж, як і ґрунтоутворення.

На відмінну від природної ерозії, прискорена сучасна ерозія ґрунтів обумовлена нераціональною експлуатацією ґрунтів при аграрному землекористуванні. Надзвичайно інтенсивною є ерозія на орних землях та вибитих пасовищах. Темпи і масштаби ерозійних процесів на сільськогосподарських землях залежать від виду вирощуваної сільськогосподарської культури, рельєфу місцевості, типу ґрунтового покриття, застосовуваних технологій і технічних засобів обробки ґрунтів і посівів. Розталі води щорічно виносять з ланів у ріки і моря тисячі тонн ґрунту, який містить азот, фосфор, кальцій, калій, сірку. Урожай на таких ґрунтах зменшується в 3-4 рази.

Сильною вважається ерозія, коли змив ґрунтових мас перевищує 50 т з 1 га земельної площі на рік, середньою – 25-50 т/га, дуже слабою - менше 12,5 т/га. При сильній ерозії з поверхні використовуваної земельної ділянки щорічно змивається 5-міліметровий шар ґрунту, або 12,5 см за 25 років. Півметровий гумусовий шар чорнозему природним шляхом утворюється приблизно за 3,5-4 тис. років. Ерозія може зруйнувати його за 100-200 років.

До початку землеробської культури площа придатних для сільського господарства родючих земель на планеті становила близько 4,5 млрд га. Нині їх залишилось лише 2,5 млрд га. Тобто за 10 тис. років використання людиною земельних ресурсів площа придатних для обробки угідь зменшилася майже на 2 млрд га. Це означає, що людство щорічно втрачало в середньому 200 тис. га орних земель. За останнє сторіччя через ерозію у світі було виведено з обороту 23 % земель, що обробляються.

Ерозія має найбільший руйнівний вплив на ґрунти. Ерозія ґрунтів — це процес захоплення часток ґрунту та їх виношування водою або вітром, а також процес руйнування верхніх, найродючіших шарів ґрунту. Залежно від переваги тих чи інших

чинників, що впливають на ерозійні процеси, вирізняють такі форми ерозії ґрунтів:

— водна ерозія, яка починається з крапельної, тобто під дією дощових крапель. Коли вода стікає по поверхні, вона підхоплює та несе частки ґрунту. Таке рівномірне їх вимивання з поверхні називається площинною ерозією. Якщо в результаті вимивання утворюється багато дрібних річищ, ерозію називають струминною, а коли утворюється декілька великих — яружною. Тобто унаслідок ерозії земля може втрачати родючість доти, доки не перетвориться на пустелю, тобто відбувається її спустелювання;

— механічна (агротехнічна) — відбувається у зв'язку з механічною обробкою ґрунтів. Побічним результатом може бути систематичне зрушення ґрунту вниз по схилу внаслідок роботи сільськогосподарських машин і знарядь під час оранки. Надзвичайно небезпечною є механічна обробка ґрунтів уздовж схилу, адже після глибокої оранки дощ, вітер і гравітаційні сили можуть зруйнувати землю за лічені місяці (а за сильного дощу — навіть за годину можуть вимити яр);

— будівельна ерозія спричиняється порушенням трав'яного покриву будь-якими будівельними роботами;

— транспортна є наслідком порушення рослинності транспортними засобами;

— пасовищна виникає у зв'язку з ослабленням трав'яного покриву під впливом витоπτування та поїдання тваринами. Надмірний випас визначається тим, що трава поїдається швидше, ніж може відновлюватися; результатом є її відмирання, оголення ґрунту та дія на нього ерозії;

— вітрова ерозія (дефляція, видування) відбувається у результаті перевідкладення ґрунтових часток повітряними потоками; під час сильної дефляції виникають пилові бурі;

— хімічна є наслідком нагромадження в ґрунтах окремих хімічних компонентів (мінеральних добрив, отрутохімікатів тощо), які руйнують структуру ґрунту.

Під впливом діяльності людини виникає прискорена (ексцесивна) ерозія, що часто зумовлює повне руйнування ґрунтів. При цьому втрати компонентів ґрунту не компенсуються та відбувається різке зниження його родючості. Руйнування

грунту здійснюється у сотні й навіть тисячі разів швидше, ніж під час природних ерозійних процесів. У природних умовах родючість ґрунту постійно підтримується тим, що взяті рослинами поживні речовини знову потрапляють у ґрунт із опадами, мінералізуються та знову збагачують його. У сільському господарстві у ґрунт повертається лише незначна частина біомаси, інша — збирається під час урожаю. Особливо сильно виснажують ґрунт монокультури. Розвитку ерозії також сприяє знищення лісів, яке позбавляє ґрунт захисного шару.

У середньому ґрунт формується зі швидкістю майже 12,5 т/га в рік, що становить його шар товщиною близько 0,4 см. Таким чином, ґрунти можуть витримати ерозію з такою самою швидкістю, залишаючись у стані рівноваги. На жаль, на переважній більшості ґрунтів цей баланс порушений.

Руйнування ґрунту під впливом транспорту, землерийних машин і техніки називається технічною ерозією. У результаті ерозії утворюються різні форми рельєфу: вимоїни, байраки, балки. В СНД щорічно виводиться з ладу близько 50 тис. га ріллі і кормових угідь.

Значне поширення ерозії ґрунтів спостерігається і в Україні. На півдні країни майже щороку пилові бурі видувають родючий шар ґрунту, пошкоджують і знищують посіви на значних площах. Великої шкоди завдає також водна ерозія, яка руйнує значні площі цінних сільськогосподарських угідь, різко знижує їх родючість, замулює ріки та інші водні джерела, утворює яри, погіршує гідрологічний режим місцевості, дуже зменшує вологозабезпеченість полів. У гірських районах Карпат і Криму селеві (грязьо-кам'яні) потоки заносять ріллю, знищують посіви і насадження, руйнують споруди, залізничні колії і шосейні шляхи. Фактична еродованість земель в Україні становить 57,4 %; з них 32 % площ зазнають вітрової, 3,4 % — сумісної дії водної та вітрової ерозій, 22 % - водної ерозії. Найбільше еродованих ґрунтів у Донецькій (70,6 %), Луганській (62 %) та Одеській (56 %) областях.

Вторинне засолення і забagnювання. Ці явища пов'язані із зрошенням земель. Зрошувані землі дають близько 30 % продукції сільськогосподарських рослин, але створення штучних водойм, меліоративних водоводів, зрошення великих територій

породжують ряд таких негативних явищ, як підняття рівня ґрунтових вод, зміна їхнього хімічного складу. Серйозну проблему для сучасного зрошуваного хліборобства являє вторинне засолення ґрунтів. Засолення ґрунтів - це підвищення у поверхневих шарах ґрунту концентрації солі NaCl, що погіршує родючість ґрунту. Це відбувається через надмірне зрошення земель. У світі площі засолених земель складають не менше 20-25 млн га.

Надлишково вологих ґрунтів, які потребують осушення, ще більше, ніж ґрунтів, що вимагають зрошення. Вони займають сотні мільйонів гектар, їх не можна використовувати в сільському господарстві. За двадцять років площа перезволожених земель в Україні збільшилась на 1 млн. га.

Вплив мінеральних добрив, пестицидів та інших хімічних речовин на ґрунти. З метою підвищення родючості ґрунтів і збільшення врожаїв сільськогосподарських культур людина свідомо включає в біологічний кругообіг ті або інші хімічні елементи (мінеральні добрива), що необхідні для живлення рослин і тварин. Завдяки цьому вона збільшує екологічну продуктивність ґрунтів. У той же час вона здійснює ряд заходів, що створюють більш сприятливі умови для живлення, росту і розвитку рослин. У результаті активізується діяльність корисної мікрофлори, підвищується доступність для рослин елементів живлення, ґрунт збагачується азотом, фосфором, калієм, кальцієм та іншими елементами. Однак внесення надмірних доз мінеральних добрив завдає збитки природному середовищу. Мінеральні речовини не повністю використовуються рослинами, надлишки потрапляють у водосховища і забруднюють їх. Крім того, в самих рослинах накопичується у надмірній кількості нітроген, що робить харчові культури небезпечними для здоров'я людини.

Пестициди (гербициди, інсектициди, дефоліанти, фунгіциди) призначено для захисту рослин від різноманітних шкідників і паразитів, для боротьби з переносниками інфекційних захворювань і бур'янистою рослинністю. Сьогодні у світі на 1 га ріллі вноситься 300 кг хімічних засобів. Однак у результаті тривалого застосування пестицидів у сільському господарстві, медицині (боротьба з переносниками хвороб)

майже всюди відзначається зниження їх ефективності через розвиток резистентних (стійких до даного препарату) шкідників і розповсюдження «нових» шкідливих організмів, природні вороги і конкуренти яких були знищені пестицидами. Із загальнобіологічних позицій резистентність можна розглядати як зміну популяцій у результаті переходу від нестійкого штаму до стійкого штаму того ж виду внаслідок відбору, викликаного пестицидами. Це явище пов'язане з генетичними, фізіологічними і біохімічними перетвореннями організмів. З величезної кількості комах шкідливими є лише 0,3 %, що становить приблизно 5 тис. видів. У 250 видів виявлено резистентність до пестицидів. Це посилюється явищем перехресної резистентності, яка полягає в тому, що підвищена стійкість до дії одного препарату супроводжується стійкістю до сполук інших класів. Пестициди мають спроможність накопичуватися в рослинах і організмах тварин і людей. Деякі препарати можуть зберігатися в біосфері тривалий час і потрапляти в харчові ланцюги людей і тварин. Безмірне застосування пестицидів негативно впливає на якість ґрунту. Дуже важливо створювати і застосовувати тільки ті препарати, стійкість життя яких невелика - вимірюється тижнями або місяцями.

За ступенем шкідливості й вірогідності проникнення у ґрунт хімічні речовини розташовуються у такій послідовності: пестициди та їх метаболіти, важкі метали, нафтопродукти, сірчисті сполуки, речовини органічного синтезу тощо. Особливо небезпечними з важких металів є ртуть, свинець, кадмій, цинк, мідь. Ґрунти мають здатність накопичувати радіоактивні речовини, дуже поширеним є забруднення ґрунтів канцерогенами типу поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Основними джерелами канцерогенних забруднень є вихлопні гази двигунів автомобілів, тракторів, тепловозів, літаків, а також викиди котелень та промислових підприємств.

Вплив атмосферних кислотних опадів на ґрунти. Одна з найбільш гострих глобальних проблем сучасності – це проблема зростаючої кислотності атмосферних опадів і ґрунтового покриву.

Термін «кислотні дощі» був уведений англійським хіміком А.Смітом близько 100 років тому, коли він виявив залежність між

рівнем забруднення атмосфери над Манчестером і кількістю опадів. Незабруднені опади мають самі по собі слабо кислу реакцію за рахунок наявності у повітрі CO₂ (рН = 5,5–6). Істотне забруднення атмосфери кислими газами (SO₂, CO₂, NO₂, H₂S) ще більше зсуває рН середовища ліворуч. Наприклад, у деяких регіонах (Нідерланди) зареєстровано опади з рН = 3,8. Загальна площа території, що перебуває під впливом кислих дощів у Північній Америці і Європі, складає 5-10 млн км².

Кислотні дощі виникають у результаті господарської діяльності людини (при спалюванні сланців, нафти, вугілля, газу). Кислотні оксиди, які надходять в атмосферу, переносяться на великі відстані, взаємодіють з водою і перетворюються в розчини сірчистої, азотистої, сірчаної, азотної, вугільної, сірководневої кислот. Кислоти випадають у вигляді кислих дощів на сушу, несприятливо діючи на рослини, ґрунти. Природна родючість ґрунтів знижується: вони швидко виснажуються внаслідок вимивання солей калію і магнію, урожайність на таких ґрунтах падає на 3-8 %. Кислотні дощі викликають підкислення не тільки поверхневих вод, але і поверхневих обріїв ґрунтів, кислі води з потоками води розповсюджуються на весь ґрунтовий профіль і викликають значне підкислення ґрунтових вод.

Забруднення ґрунтів твердими відходами. Інтенсивне використання мінеральної сировини супроводжується утворенням великої маси твердих відходів і промислових викидів на всіх стадіях його видобутку і переробки. Кількість відходів іноді перевищує кількість отриманої продукції. Річне споживання мінеральної сировини у світі складає близько 100 млрд т, а обсяг відходів виробництва – 40-50 - млрд т. Основна маса відходів утворюється на підприємствах таких галузей промисловості: гірничодобувної, збагачувальної (відвали, шлаки), чорної і кольорової металургії (шлаки, шлами), машинобудівної (стружка), хімічної (відходи органічних виробництв), лісової і деревообробної.

Особливо слід відзначити негативний вплив, який чинить на навколишнє середовище розроблення корисних копалин відкритим або шахтним способом. Зміна рельєфу поверхні відбувається вже під час розвідування корисних копалин

(забагнювання ґрунту). Особливо великої шкоди завдає складування порожніх порід у терикони і відвали.

Багато відходів дають і металообробні заводи (40-50 % металу йде в стружку).

Зростання міст і народонаселення збільшило кількість побутових відходів (скло, пластмасова і паперова упаковка).

Зросла кількість твердих відходів у зв'язку з механізацією сільського господарства (стара гума, зношене обладнання і запчастини, дерев'яна, металева і пластикова тара).

Відходи підприємств чорної і кольорової металургії. За підрахунками у твердих відходах (шламах) підприємств чорної металургії вміст заліза досягає 50 %. З кожних 4,7 т твердих речовин, необхідних для виробництва, відходи складають 0,4 т. У кольоровій металургії у зв'язку з великим виходом шлаків цей показник значно вище – від 10 до 200 т на 1 т отриманого металу. Незважаючи на значно менші масштаби цієї галузі, кількість відходів у ній приблизно така ж, як і в чорній металургії, при цьому відвали містять масу цінних компонентів (Zn, Pb, Fe, Cu), часто їх вміст у відвалах вищий, ніж у тих рудах, що використовуються.

У машинобудуванні твердими відходами є:

- амортизаційний брухт (заміна зношених деталей, модернізація обладнання, наслідки корозії);
- тирса, стружка, окалина, обрізки металу при виробництві прокату і механічній обробці на верстатах;
- шлаки в ливарному виробництві.

Звичайно маса відходів у машинобудуванні перебуває в межах - 260 кг на 1 т металу, на деяких підприємствах досягає 50 % від усієї маси металу. Велика кількість твердих матеріалів міститься в шламах відстійників очисних споруд і прокатних цехів.

Промислові тверді відходи умовно можна поділити на 2 категорії: основні відходи виробництв і супутні відходи виробництв. До основних відходів металообробних цехів і дільниць машинобудівного заводу належать: металева стружка, окалина, шлами, шлаки, відходи деревини, пластмас, гуми. До супутніх відходів виробництв належать відходи речовин, що застосовуються при проведенні технологічних процесів. Вони

можуть бути твердими (абразиви, попіл, тара), рідкими (відпрацьовані мастила, мастильно-охолоджуючі, травильні розчини), газоподібними (гази, що відходять).

У залежності від впливу на навколишнє середовище промислові відходи розподіляються на токсичні і нетоксичні. Основна маса відходів машинобудування нетоксична. До токсичних можна віднести шлами гальванічних цехів, травильних дільниць.

Тверді відходи можна також підрозділити: на металеві, неметалеві і комбіновані (будівельне і промислове сміття).

Розглянемо діяльність ливарного цеху машинобудівного заводу. Тут відбуваються навантажувально-розвантажувальні операції з піском, глиною та іншими сипкими матеріалами, функціонують обрубувальні, піскострумні, шліфувальні установки, на дільницях зварювання і паяння утворюється пил марганцю, міді, кремнію, свинцю.

У металообробних цехах здійснюються процеси різання, шліфування, полірування, які супроводжуються утворенням абразивного пилу.

У складальних цехах застосовуються тепло- і звукоізоляційні, лакофарбові матеріали, тому тут утворюється забруднення азбестовим, скловолокнистим пилом.

6.5 Нормування забруднення ґрунтів

Забруднення ґрунтів за величиною зон та рівнем забруднення поділяється на фонове, локальне, регіональне, глобальне.

Фоновим є такий вміст забруднюючих речовин у ґрунті, котрий відповідає або близький до його природного складу.

Локальним вважається забруднення ґрунту поблизу одного або сукупності декількох джерел забруднення.

Регіональним є таке забруднення ґрунту, котре виникає внаслідок переносу забруднюючих речовин на відстань не більше 40 км від техногенних та більше 10 км від сільськогосподарських джерел забруднення.

Глобальними називають забруднення ґрунту, котрі виникають внаслідок дальнього переносу забруднюючих

речовини на відстань більше 1000 км від будь-яких джерел забруднення.

За ступенем небезпеки хімічні речовини поділяються за ГОСТ 17.4.1.02-83 на три класи:

- 1-й клас – високонебезпечні речовини (ГДК < 0,2 мг/кг);
- 2-й клас – помірно небезпечні речовини (ГДК 0,2-0,5 мг/кг);
- 3-й клас – малонебезпечні речовини (ГДК > 0,5 мг/кг).

Нормування допустимого рівня забруднення ґрунту здійснюється за такими напрямками:

- вміст шкідливих речовин у ґрунті на сільськогосподарських угіддях;
- накопичення токсичних речовин на території підприємства;
- забруднення ґрунтів у житлових районах.

Нормування хімічного забруднення ґрунтів здійснюється відповідно до **гранично допустимих концентрацій шкідливих хімічних речовин у ґрунтах (ГДКг)**. За величиною цей показник значно відрізняється від прийнятих ГДК для води й повітря. Це пояснюється тим, що надходження шкідливих речовин в організм людини безпосередньо з ґрунту відбувається у виняткових випадках і в незначних кількостях, а головним чином – через контактуючі з ґрунтом середовища (повітря, воду, рослини).

ГДКг – концентрація хімічної речовини (міліграм на кілограм) в орному шарі ґрунту, яка не повинна викликати прямого або побічного негативного впливу на контактуючі з ґрунтом середовища (атмосфера, гідросфера) і здоров'я людини, а також на спроможність ґрунту до самоочищення (таблиця 6.4).

Існують 4 різновиди ГДКг в залежності від шляху міграції хімічних речовин у певні середовища:

- ТП – транслокаційний показник, який характеризує перехід хімічної речовини з ґрунту через кореневу систему в зелену масу і плоди рослин;
- МА – міграційний показник, який характеризує перехід хімічної речовини з ґрунту в атмосферу;
- МВ – міграційний показник, який характеризує перехід хімічної речовини з ґрунту в підземні ґрунтові води і водні джерела;

- ЗС – загальносанітарний показник, який характеризує вплив хімічної речовини на спроможність ґрунту до самоочищення.

Таблиця 6.4 - Значення ГДК_г деяких хімічних речовин у ґрунті

Речовина	ГДК, мг/кг	Речовина	ГДК, мг/кг
Метали:		Неорганічні сполуки:	
Ванадій	150	Нітрати	130
Кобальт (рухома форма)	5,0	Миш'як	20
Марганець, вилучений з:		Сірководень	0,4
чорнозему	700	Фосфор (суперфосфат)	200
дерново-підзолистого ґрунту:		Фториди — водорозчинна форма	10
pH = 4	300	Ароматичні вуглеводні:	
pH = 5,1-5,9	400	Бензол	0,3
pH = 6	500	Ізопропілбензол	0,5
Мідь (рухома форма)	3,0	Ксилоли	0,3
Нікель	4,0	Стирол	0,1
Ртуть	2,1	Толуол	0,3
Свинець	32	Добрива та ПАР:	
Свинець (рухома форма)	6,0	Рідкі комплексні добрива з додаванням марганцю	80
Хром	6,0	Азотно-калійні добрива	120
Цинк	23	Поверхнево-активні речовини	0,2

За ступенем забруднення ґрунти поділяються на сильнозабруднені, середньозабруднені, слабкозабруднені.

Для **сильнозабруднених** ґрунтів характерне перевищення забруднюючими речовинами ГДК_г в декілька разів. Ці ґрунти мають низьку біологічну продуктивність, істотні зміни фізико-хімічних, хімічних та біологічних характеристик. Вміст хімічних речовин у вирощуваних на цих землях рослинних культурах перевищує норми.

У **середньозабруднених** ґрунтах перевищення ГДК_г незначне, що не призводить до помітних змін їх властивостей.

У **слабкозабруднених** ґрунтах вміст хімічних речовин не перевищує ГДК_г, але перевищує фонову концентрацію.

Для визначення ступеня забрудненості ґрунтів використовують такі характеристики, як коефіцієнт концентрації забруднення ґрунту однією речовиною K_c , інтегральний показник поелементного забруднення ґрунту K_{ci} та ін.

Коефіцієнт забруднення ґрунту k_c розраховується за формулою

$$k_c = C/\text{ГДК}_g, \quad (6.1)$$

де C – концентрація забруднюючої речовини в ґрунті, мг/кг;
ГДК_г – гранично допустима кількість забруднюючої речовини, мг/кг.

Інтегральний показник поелементного забруднення ґрунту k_{ci} :

$$k_{ci} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ГДК}_{gi}}, \quad (6.2)$$

де C_i – концентрація i -ї забруднюючої речовини, мг/кг;
ГДК_{г i} – гранично допустима концентрація i -ї забруднюючої речовини мг/кг.

Відповідними санітарно-токсикологічним нормам є ґрунти, для котрих показники k_c і k_{ci} не перевищують 1.

Крім ГДК_г, як оцінюючий, застосовується показник орієнтовно- допустимої кількості забруднюючої ґрунті хімічної речовини (ОДК), який визначається розрахунковим методом.

Для контролю за якістю ґрунтів використовують допустимі залишкові кількості (ДЗК) пестицидів, нітратів, фосфатів, а також наявність важких металів поблизу великих міст - у ґрунті, харчових і кормових продуктах; визначаються ці величини у грамах чи міліграмах на 1 кг маси ґрунту чи продукції.

Забрудненість ґрунтів своїм наслідком має не тільки порушення зв'язків природних екосистем, а й негативний вплив на стан здоров'я людей. Санітарна оцінка ґрунту здійснюється за спеціальним показниками. Як основний показник хімічного забруднення використовується санітарне число (таблиця 6.5). **Санітарне число** розраховується як частка від ділення кількості ґрунтового білкового нітрогену в міліграмах у 100 г абсолютно сухого незабрудненого (еталонного) ґрунту до кількості органічного нітрогену в тих же одиницях у ґрунті, який досліджується. У ґрунті, як відомо, міститься певна кількість нітрогену, що входить до складу білкових речовин. При внесенні

в ґрунт забруднювачів кількість органічного нітрогену збільшується. Показники незабрудненого ґрунту, перераховані на неорганічний азот, за Фордом, такі: загальний вміст азоту – 0,0068 %; аміаку – 0,0057 %; азотна кислота – 0,0126 %.

Таблиця 6.5 – Оцінка забруднення ґрунтів за допомогою санітарного числа

Стан ґрунту	Санітарне число
Практично чистий	0,98-1,00
Слабко забруднений	0,85-0,98
Помірно забруднений	0,70-0,85
Сильно забруднений	< 0,70

Природні процеси (міграція, перетворення, розклад, вимивання, вивітрювання, сонячна радіація, біохімічні процеси) обумовлюють самоочищення ґрунтів. Але захисна здатність ґрунтів до самоочищення має межі, котрі людина не повинна переступати при організації виробничої та господарсько-побутової діяльності. Основними характеристиками ґрунтів щодо самоочищення є: час самоочищення; здатність знижувати токсичність забруднюючих речовин. Час самоочищення – інтервал, протягом якого відбувається зменшення масової частки шкідливої речовини на 96 % від початкового значення або до його фоновому значення. Процес самоочищення ґрунтів займає дуже довгий час – від декілька років до декількох десятків років.

6.6 Основні заходи щодо попередження, усунення забруднення та охорони земельних ресурсів

В охороні родючості ґрунтів головну роль відіграє захист їх від забруднення хімічними речовинами. Дуже важливим у цьому відношенні є: правильний вибір мінеральних добрив; помірне використання пестицидів; вдосконалення очисних споруд; рекультивація (відновлення) земель після відкритого способу видобутку корисних копалин, коли на місці родючих земель

утворюються безплідні, позбавлені рослинності «індустріальні пустелі».

Охорону і раціональне використання земель регулює **Земельний кодекс України**, прийнятий 13 березня 1992 року.

Захист ґрунтів від ерозії. Завдання охорони ґрунтів полягають у втіленні в життя науково обґрунтованої системи організаційно-господарських, агротехнічних лісомеліоративних та гідротехнічних заходів, спрямованих на раціональне використання земельних ресурсів, збереження й підвищення родючості ґрунтів, відтворення їхньої продуктивності з метою найкращого використання всіх біологічних можливостей наземних екосистем.

Організаційно-господарські заходи передбачають вирощування на крутосхилах лісів, які їх надійно захищають. Вздовж водних артерій виділяються спеціальні захисні ліси водорегулюючого значення. На схилах з малопотужним ґрунтом, що легко руйнується, не можна вирощувати просапні культури, не допускається випас худоби на легких, слабко закріплених дерниною ґрунтах.

Агротехнічні заходи визначаються видом ерозії ґрунтів і типом ландшафту. Так, на землях, які зазнають водної ерозії, оранку, сівбу, культивуацію ґрунту проводять поперек схилу. Така оранка зменшує в 3—4 і більше раз поверхневий стік.

Ефективним способом боротьби з водною ерозією є розміщення борозен і рядів рослин під прямим кутом до поверхневого стоку. З цією метою в умовах слаборозсіченого рельєфу застосовують контурний обробіток ґрунту. Добрі протиерозійні результати дають ґрунтозахисні сівозміни, розміщення сільськогосподарських культур смугами, поперек схилу, залуження ґрунтів на схилах. Дуже еродовані землі треба переводити з орних на луки.

У районах поширення вітрової ерозії застосовують ґрунтозахисні сівозміни, розміщують смугами посіви й пари, висівають буферні смуги з багаторічних трав, проводять снігозатримання, безвідвальний обробіток ґрунту із залишенням стерні на поверхні полів, залуження еродованих земель.

Для боротьби з водною або вітровою ерозіями з успіхом застосовують мульчування ґрунтів. Матеріалом для мульчі може

бути стерня, післяжнивні та післязбиральні рештки, стружка, тирса, спеціальний папір, пластмасова плівка тощо.

У гірських районах протиерозійні заходи полягають у терасуванні схилів, їх залуженні (в посушливих районах), будівництві протисельових споруд, регулюванні випасання худоби. Особливе значення має збереження лісових фітоценозів, вирощування мішаних насаджень, практикування вибіркових і насіннево-лісосічних рубок лісу.

Агролісомеліоративні заходи мають важливе значення для поліпшення мікрокліматичних умов, снігозатримання та боротьби з вітровою ерозією. На роль полезахисного лісорозведення в боротьбі із засухою та ерозійними процесами вказував ще В.В.Докучаєв. За радянський період у країні створено систему полезахисних лісових смуг, яка захищає посіви від суховіїв і чорних бур, поліпшує водний режим ґрунтів і запобігає ерозії. Урожайність зернових на захищених смугами полях підвищується на 2-3 ц/га.

Щоб зменшити руйнівну дію зливових і талих вод на полях, що прилягають до балок і ярів, створюють прибалкові і прияржні лісові смуги. Яружні системи заліснюються кущовими породами, які своїм корінням захищають ґрунт від подальшого розмивання.

Гідротехнічні споруди для боротьби з ерозією ґрунтів застосовують у тих випадках, коли інші заходи не дають належного ефекту. Вони створюються в комплексі з протиерозійними насадженнями. Для перехоплення зливових вод споруджуються спеціальні колектори, які відводять поверхневий стік. У руслах річок, де швидка течія води руйнує береги, використовують берегозакріплюючі бетонні плити, блоки тощо.

Утилізація відходів. Утилізація металевих відходів здійснюється двома способами: з переплавом і без переплаву. З урахуванням цього всі металеві відходи машинобудівного виробництва поділяють на ділові (шматки листового прокату, що можна використати для виготовлення виробів основного виробництва або товарів народного споживання) і на відходи, що використовуються в сталеплавильному і ливарному виробництвах машинобудівного підприємства. Підготовка металобрухту до переплаву являє собою складний технологічний

процес, який включає: сортування, механічну і газову різку, пресування, дробіння. Суть технології переробки металобрухту полягає у такому: у спеціальній камері або печі розташовують громіздкий металобрухт, охолоджують його рідким азотом до наднизьких температур, при яких неметалеві матеріали втрачають еластичність і стають крихкими, потім їх разом з металами дроблять, після чого отриманий матеріал розподіляють.

Утилізація шляхом переплавки дрібної стружки – дорогий спосіб. Більш раціональним є спосіб гарячого штампування деталей безпосередньо із стружки: стружку нагрівають до 1000-1200 °С, після цього пресують гарячий метал у закритих штампах. Ще більш досконалою є порошкова технологія, згідно з якою стружку переводять у порошкоподібний стан, змішують з синтетичними каучуками в бензині і пресують.

Утилізація твердих відходів полімерних матеріалів технічно складна, а їх знищення – спалювання, захоронення або затоплення – небезпечно для навколишнього середовища. Тому найбільш перспективним шляхом утилізації твердих полімерних відходів є використання їх як додаткове джерело сировини.

Тверді відходи деревини (стружка, обрізки, тирса) використовуються для виробництва фанери, картону, деревостружкових плит. Уламки меблів, великі шматки тари можуть бути використані як додаткова вторинна сировина для виготовлення виробів народного споживання.

Тверді відходи ливарного виробництва (попіл і шлаки) відправляють централізовано на підприємства, де виробляються будівельні матеріали: цемент, цегла, теплоізоляційні плити.

Тверді побутові відходи (на кожного жителя великого міста припадає не менш 1 м³ сміття у рік) спочатку сортують, після цього металеві компоненти витягають за допомогою магнітних сепараторів, пресують у великі брикети і відправляють на переплавку. Органічні речовини збирають і переробляють у спеціальних біокамерах за допомогою бактерій у компост для добрив. Папір, ганчірки, дерево, картон та інші горючі матеріали спалюють у спеціальних установках з подальшою утилізацією тепла. Хоча це і найбільш дорогий спосіб, до того ж викликає забруднення атмосфери димовими газами, але більшість країн широко його використовують. Заводи, на яких відбувається

спалювання твердих відходів, повинні робити двоступінчасте очищення димових газів з метою зменшення кількості викидів, що забруднюють атмосферу.

Проблема ліквідації твердих промислових і побутових відходів є дуже гострою, оскільки відходи впливають на зміну хімічного складу ґрунту, викликаючи погіршення її якості. Сильне забруднення ґрунту важкими металами, сірчистими забруднювачами призводить до виникнення техногенних пустель - у ґрунті знищується мікрофлора (водорості, бактерії), втрачається його родючість. Найбільш чутливі до цих забруднень хвойні породи. Ґрунт стає мертвим при вмісті в ньому 2-3 г свинцю на 1 кг ґрунту (навколо деяких підприємств вміст свинцю досягає 10-25 г/ кг).

Рекультивація земель. Території після видобутку корисних копалин поділяють на 2 групи:

а) ділянки з незруйнованим ґрунтом у результаті виймання ґрунту;

б) земельні ділянки з насипним ґрунтом (промислові відходи, відвали шахт – терикони).

Для подальшого використання земель під лісові насадження в сільському господарстві (хліборобстві, садівництві), під водосховища і для використання в житловому і капітальному будівництві потрібна рекультивація земель. Загальні вимоги до рекультивації земель регламентуються ГОСТ 17.5.3.04-83. Рекультивація зазвичай складається з двох етапів: гірничотехнічного і біологічного (таблиця 6.6). На першому етапі здійснюється підготовка території, на другому етапі – відновлення порушених раніше земель (укладання знятого раніше поверхневого шару ґрунту, садіння дерев та ін.).

Найважливішим етапом рекультивації є землювання — комплекс робіт зі зняття, транспортування та нанесення родючого шару ґрунту і потенційно придатних порід на рекультивовані ділянки землі. Технологія землювання вибирається з розрахунку мінімального проходу транспортних та планувальних машин по ділянці з метою недопущення надмірного ущільнення нових шарів ґрунту. Загальні вимоги до землювання викладено в ДСТУ 17.5.3.05-84. Родючий шар ґрунту для землювання повинен відповідати ДСТУ 17.4.2.02-83, а для

сільськогосподарського напрямку рекультивації — ДСТУ 17.5.1.03-78. Основною характеристикою землювання є величина родючого шару, що наноситься на рекультивовану землю, яку визначають, орієнтуючись на призначення ділянки, особливості природної зони, економічні можливості тощо. Землювання може бути суцільним і вибіркоvim, звичайним і комбінованим.

Таблиця 6.6 – Види та етапи рекультивації землі

Види рекультивації	
Технічна	Біологічна
Етапи рекультивації	
Формування відвалів	Нанесення активного шару
Планування поверхні відвалів, терас	Внесення органічних і мінеральних добрив
Забезпечення стійкого стану відвалів	Висівання трав і озеленення
Утилізація відходів і порід	Відновлення потенціалу земель
Доведення земель до стану, придатного для користування	Здійснення протиерозійних заходів
Відновлення ландшафтів	

Звичайне землювання здійснюється за один раз без перемішування основного шару й того, що наноситься.

Комбіноване землювання здійснюється у два етапи: нанесення родючого шару товщиною 10—15 см та перемішування його з поліпшуваним ґрунтом або породою; повторне нанесення родючого шару ґрунту до запроектованої норми.

Основні вимоги до землювання в залежності від типу ґрунтів та конкретного природного середовища викладено в ДСТУ 17.5.3.05-84.

Список літератури

- 1 Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология: Учебник. – Изд. 6-е, доп. и перераб. – Ростов н/Д: Изд-во «Феникс», 2003. – 576 с.
- 2 Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология: Учебник. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 455 с.
- 3 Злобін Ю.А. Основи екології: Підручник. – К.: Лібра, 1998. – 248 с.
- 4 Івашура А.А., Орехов В.М. Екологія: теорія та практикум: Навч. посібник. – Харків: Вид-во «ІНЖЕК», 2004. – 256 с.
- 5 Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології: теорія та практикум: Навч. посібник. – К.: Лібра, 2002. – 252 с.

6 Вернадский В.И. Химическое строение биосферы и ее окружения. – М.: Наука, 1987.

7 Сукачев В.Н. Основы типологии и биогеоценологии – Л.: Наука, 1972. – Т. 1. – 332 с. – (Избранные труды),

8 Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посібник. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2000. – 203 с.

9 Маслов Н.Н., Коробов Ю.И. Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1997.

