

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**О.Р. Губанова**

**ЕКОНОМІКА І ОРГАНІЗАЦІЯ**  
**ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Конспект лекцій

## ВСТУП

Дисципліна “Економіка і організація природоохоронних технологій” належить до циклу професійно-орієнтованих дисциплін освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за спеціальністю “Менеджмент організацій”.

**Метою** вивчення дисципліни “Економіка і організація природоохоронних технологій” є формування знань, умінь і навичок щодо економіки та організації сучасних природоохоронних технологій.

**Завдання** дисципліни “Економіка і організація природоохоронних технологій” пов’язані з визначенням особливостей функціонування і ефективного використання природоохоронних технологій.

Дисципліна “Економіка і організація природоохоронних технологій” є основою для подальшого вивчення дисциплін економіко-екологічної спрямованості.

Після освоєння дисципліни “Економіка і організація природоохоронних технологій” студент повинен:

- **знати** основні принципи та методи реалізації природоохоронних інновацій в ринкових умовах;
- **вміти** оцінити вплив промислового об’єкту на довкілля, скласти пропозиції щодо вирішення наявних екологічних проблем за допомогою існуючих природоохоронних технологій, визначити ефективність запропонованих заходів;
- **володіти** навичками оцінки економічної ефективності природоохоронних технологій.

В структурно-логічній схемі освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за спеціальністю “Менеджмент організацій” вивчення дисципліни “Економіка і організація природоохоронних технологій” базується на знаннях, отриманих з курсів “Основи екології”, “Системи технологій”, “Введення у природоохоронну діяльність”, “Антропогенний вплив на природне середовище”, а передують засвоєнню дисциплін “Основи менеджменту природоохоронної діяльності”, “Оцінка ефективності природоохоронної діяльності”.

# 1. ВПЛИВ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

## 1.1. Вплив навколишнього середовища на економічне зростання

Особливе значення в розвитку соціально-економічних систем мають природні ресурси. За своєю суттю, природа є найважливішим фактором забезпечення ресурсами будь-якого розвитку – джерелом речовини, енергії, інформації.

Протягом всієї історії людства його розвиток відбувався під впливом природних чинників (чинник – це кількісна оцінка інтенсивності впливу умов, у тому числі і природних).

На перших порах людина користувалася дарами природи, не опосередковувавши їх працею; цей період використання «диких» екологічних систем характеризується збиральництвом і полюванням. Недолік природних ресурсів компенсувався міграцією людини до місць, де було достатньо води і їжі, сприятливі кліматичні умови.

По мірі розвитку промисловості, енергетики і транспорту антропогенне забруднення біосфери, обумовлене життєдіяльністю людини, безперервно зростало. Якщо в першій половині ХХ століття негативна дія забруднень на довкілля в багатьох регіонах миру згладжувалася природними процесами, що відбувалися в ньому, то в подальші роки масштаби діяльності людини привели біосферу на грань екологічної кризи.

Науково-технічний прогрес приніс людству не тільки блага, він супроводжувався такими негативними явищами як забруднення атмосфери, морських акваторій і прісних водоймищ, порушення ґрунтового покриву і ландшафтів, виснаження водних і лісових ресурсів тощо. Екологічна криза посилювалася і продовжує наростати в результаті експоненціального зростання народонаселення планети і його урбанізації.

Основні причини, що викликають загострення екологічних проблем (суперечностей між суспільством і природою), можуть бути систематизовані таким чином:

- **причини природного характеру**, обумовлені обмеженістю природних ресурсів та існуванням межі самовідновлення природних систем;
- **причини, викликані багатофункціональністю і альтернативністю використання природних ресурсів**. Наприклад, промисловість відбирає у комунального господарства питну воду, руйнує ландшафти, знижує рекреаційний потенціал території;
- **демографічні причини**, пов'язані із зростанням населення планети;
- **причини технологічного характеру**, обумовлені недосконалістю технологічних процесів здобичі, переробки і використання природних ресурсів. Корисно використовується не більше 5% природної

речовини, що здобувається, інші 95% повертаються в навколишнє середовище вже в менш компактному, організованому, але більш токсичному вигляді, тобто як відходи;

- **причини гносеологічного характеру**, які є результатом недостатнього знання законів природи і викликані неможливістю прослідкувати весь причинно-наслідковий ланцюжок природних процесів; внаслідок цього виникають помилки у виборі методів обробки землі, використанні хімікатів в сільському господарстві, неправильному проектуванні забудови міст;
- **причини організаційного характеру**, що виникають із-за недосконалості господарського механізму, коли екологічні цілі належним чином не підкріплені системою планування і економічного стимулювання;
- **причини морально-етичного характеру**, викликані недоліками етичного і емоційного виховання людини;
- **причини політичного характеру**, обумовлені суперечностями політичних цілей і вимог раціонального природокористування; наприклад, в результаті військових дій у В'єтнамі дефоліантами було уражено більше 40% посівних площ країни.

Аналіз використання природних ресурсів і показників соціально-економічного розвитку дозволяє прослідкувати чіткий взаємозв'язок між станом природного середовища (забезпеченість природними ресурсами, якість компонентів довкілля) і рівнем розвитку соціально-економічної системи і визначити дві пов'язані між собою тенденції впливу економіки на природне середовище та природного середовища на економіку.

### **Дія соціально-економічної системи на природне середовище**

Розвиток продуктивних сил суспільства дозволяє:

- залучити у виробництво нові природні ресурси;
- використовувати бідніші і вторинні ресурси;
- зменшити питому потребу в природних ресурсах на одиницю промислової продукції і понизити техногенне навантаження на довкілля.

Посилене використання природних ресурсів за відсутності якісного розвитку продуктивних сил веде до їх виснаження і деградації навколишнього природного середовища.

Наприклад, на початку 16 століття в Англії різко зросла потреба в лісоматеріалах, коли почало швидко збільшуватися виробництво чавуну і сталі (у зв'язку з переходом від вторинного переділу чавуну до використання доменних печей). Максимальна продуктивність доменних печей в порівнянні з колишньою технологією була в 7 разів вище, проте,

це вплинуло на запаси деревини в лісах. Оскільки не була вирішена основна проблема (заміна дров вугіллям) після 1700 року виробництво чавуну скоротилося до 10 тис. т в порівнянні з 17-25 тис. т, які виплавлялися в 20-і роки 16 століття. Зростання потреб чорної металургії в деревині завдало значного збитку лісам, зрештою призвело до кризової ситуації в навколишньому природному середовищі. Тільки після того, як в середині 18 століття чавун почали виробляти із застосуванням коксу, його виплавка стала зростати і у 1805 році досягла 250 тис. т.

Отже, будь-які процеси дії на природу економічні: вони або змінюють її економічну цінність, або зв'язані з економічними витратами.

### **Дія природного середовища на соціально-економічну систему**

Виділяють п'ять основних шляхів дії природного середовища на людину:

- прямий вплив на здоров'я людей, їх фізичну витривалість, працездатність, плодючість і смертність;
- вплив через залежність людини від природних засобів існування, від рясноти або нестачі пици (дичини, риби, рослинних ресурсів);
- вплив, обумовлений наявністю або відсутністю необхідних засобів праці;
- вплив, заснований на створенні самою природою мотивів, що спонукають людину до дії, стимулів щодо діяльності у відповідності до умов середовища, що змінюються;
- вплив, визначуваний наявністю або відсутністю природних перешкод, які заважають зустрічам і зіткненням між колективами (океани, пустелі, гори).

Надлишок природних ресурсів і добрі природні умови стимулюють зростання темпів економічного розвитку, сприяють процвітанню соціальної системи.

Проте, сприятливі можливості існування соціально-економічної системи поступово перетворюються на своєрідне гальмо для виникнення революційних зрушень, що веде до певного застою.

«Навіщо нам вирощувати рослини, коли в світі так багато горіхів манго» - одного разу відповіли бушмени на питання про причину відсутності у них землеробства.

Недолік природних ресурсів і поганий стан навколишнього природного середовища викликають кризу соціально-економічної системи (спад економічного розвитку, деградація суспільного життя). Так, аналізуючи вплив природних чинників на протікання соціальних процесів, П.Г. Олдак писав: «Кожна цивілізація починалася з екстенсивного природокористування. І коли антропогенне навантаження переходило межі

місткості природних систем, як говорять уроки минулого, відбувався або зрив (екологічна і соціальна катастрофа), або перехід до застійних форм існування в рамках локальних екологічних ніш, при фактичній відмові від яких би то не було перетворень навколишнього середовища. Відомі застійні східні цивілізації, звісно, що багато малих народностей всіх континентів тисячоліття жили в рамках застійних господарських систем».

Погіршення стану природного середовища примушує шукати шляхи виходу з кризи, стимулює виникнення нових технічних рішень, революційні перетворення в суспільстві.

## **1.2. Екологічні фактори розміщення продуктивних сил**

У теорії розміщення продуктивних сил центральним поняттям виступають чинники розміщення - конкретні умови, що визначають ступінь ефективного розміщення виробництва.

До середини 20-го віку при розміщенні промислових підприємств враховувалися традиційні економічні чинники – сировинний, енергетичний, водний, трудовий, споживчий і транспортний.

У останні десятиліття до визначальних чинників розміщення додався екологічний чинник, що враховує:

- можливі негативні наслідки від роботи підприємства для природного комплексу в цілому і окремих його компонентів (атмосфери, водних об'єктів, ґрунтів);
- сумарну дію викидів різних підприємств, розміщених на одній території;
- специфічні вимоги до чистоти природного середовища при розміщенні деяких галузей виробництва, виходячи з масштабів і характеру впливу на довкілля та здоров'ї людини.

Екологічний чинник примушує враховувати можливості розвитку виробництва на певній території. Якщо з економічної точки зору розміщення і функціонування підприємства ефективно, то з екологічною воно може дати негативний результат.

Наприклад, при розгляді проекту будівництва заводу повного металургійного циклу в Південній Якутії вирішальну роль зіграв саме екологічний чинник.

Металургійний завод – матеріаломістке підприємство, орієнтоване при розміщенні на близькість до родовищ залізняку або вугілля, що коксується. У пропонуваному проектувальниками варіанті вугілля і руда знаходилися поряд з місцем передбачуваного будівництва. Крім того, вдалим було те, що завод міг забезпечувати металом Східний регіон Росії, який не мав в своєму розпорядженні власної металургійної бази.

Проте, сприятливе поєднання традиційних чинників розміщення не

стало визначальним; вирішальним став екологічний чинник.

Металургійне підприємство – міцне джерело забруднення природного середовища, тому при його розміщенні важливо враховувати стійкість природного комплексу території до техногенної дії, здібність різних компонентів природи до розкладання, засвоєння або винесення шкідливих речовин.

Із-за несприятливих кліматичних умов Південна Якутія має низьку стійкість природного комплексу. Велику частину року тут панують могутні антициклони, які супроводжуються штилями, що перешкоджає винесенню забруднюючих речовин і сприяє їх накопиченню. Отже, у разі будівництва заводу вся навколишня територія знаходилася б в зоні надзвичайно сильного забруднення. Несприятливими для самоочищення є і поверхневі води регіону, тому що інтенсивне самоочищення природних водоймищ відбувається при температурі вище 15 °С, а в Якутії число днів з такою температурою невелике.

Ігнорування особливостей природного комплексу, його уразливість при вторгненні господарської діяльності призвело до того, що багато підприємств нафтопереробною, хімічною і інших галузей, що забруднюють навколишнє середовище, опинилися розміщені у край невдало. Наприклад, в Східному Сибіру умови винесення забруднюючих речовин утруднені, і це стало причиною виникнення гострих екологічних ситуацій.

Розміщенню нового підприємства або виробництва в промисловому центрі, що вже склався, повинне передувати проведення екологічної експертизи, яка дозволить передбачити всі можливі наслідки.

З урахуванням екологічного чинника пов'язаний ще один важливий аспект розміщення продуктивних сил. Так, науково-технічна революція зумовила появу нових виробництв, що відрізняються від традиційних підвищеними вимогами до чистоти компонентів довкілля (виробництво напівпровідників і елементної бази для ЕОМ, мікроелектроніка).

Їх розміщення і ефективне функціонування в крупних промислових центрах неможливе, оскільки надмірне забруднення міського середовища впливає на якість продукції, що випускається. Простежується пряма залежність економічної ефективності виробництва від екологічного чинника.

Наприклад, екологічний чинник став вирішальним при виборі місця для створення комплексу мікроелектронних підприємств не в Москві, де були висококваліфіковані кадри робочих, наукова і проектна база, досвідні виробництва, але рівень забруднення атмосфери надзвичайно високий, а в підмосковному місті Зеленограді, яке мало одну важливу перевагу – чисте повітря, незабруднені водоймища та ґрунти.

Ігнорування екологічного чинника при розміщенні виробництв може привести до того, що витрати на стабілізацію навколишнього природного середовища, ліквідацію наслідків від його забруднення можуть значно перевищити дохід, що планується отримувати від основної діяльності підприємства.

### **1.3. Екологічний паспорт підприємства**

Екологічний паспорт підприємства – найважливіший інструмент в проведенні моніторингу і організації природоохоронної діяльності підприємства.

Це комплексний документ, що містить характеристику взаємин підприємства з навколишнім середовищем.

Екологічний паспорт включає наступні розділи:

- **загальні відомості про підприємство** (найменування, підлеглість, галузева приналежність, місцезнаходження, найближчі транспортні магістралі, характеристика промислового майданчика, метеорологічні умови, пануючі напрями вітрів і т.д.);
- **склад підприємства** (основні цехи, виробничі ділянки, підрозділи; віковий склад устаткування);

Промислове підприємство – складне утворення, що налічує велику кількість як основних, так і допоміжних цехів і підрозділів, які неоднакові по своїй дії на довкілля. Тому необхідно знати структуру підприємства, потужність і спеціалізацію всіх виробничих підрозділів, оскільки вони є основними технологічними джерелами забруднення навколишнього середовища, визначають об'єм і характер викидів, стічних вод і відходів.

Об'єми викидів забруднюючих речовин залежать від віку устаткування, оскільки морально і фізично застаріле обладнання джерелом численних аварійних ситуацій.

- **технологічна схема виробництва основних видів продукції;**

Вибрана технологічна схема виробництва впливає на об'єм і специфіку дії викидів.

Наприклад, при виробництві целюлози застосовують дві технології: сульфатну і сульфітну. У зв'язку застосуванням різних реагентів дія цих технологій на довкілля різна: при сульфатному способі відбувається забруднення переважно атмосфери, при сульфітному – велика частина шкідливих речовин поступає в гідросферу.

- **основні види сировини, напівфабрикатів, палива, споживані підприємством;**

Існує пряма залежність між використаною сировиною (паливом) і викидами різних забруднюючих речовин.

Наприклад, знаючи, з якого родовища поступило паливо, можна



визначити склад можливих елементів, що поступають в атмосферне повітря. Так, відомо, що ступінь переходу в повітря фтору і ртуті в процесах згорання досягає 80-90% від вмісту в початковому паливі, летючих форм свинцю, кадмію і хлору перевищує 50%, миш'яку і нікелю – 20%.

- **характеристика земельних ресурсів і ділянки, на який розташовано підприємство;**
- **особливості дії підприємства на навколишнє середовище (забруднення атмосфери, водних джерел, розміщення відходів, шкідлива дія промислових викидів на рослинність і ґрунти, здоров'я людей);**

Забруднення атмосфери відбувається в результаті надходження до неї речовин, що надають негативну дію на навколишнє середовище або безпосередньо після хімічних перетворень в атмосфері, або у поєднанні з іншими речовинами.

Річний об'єм викидів обумовлений надходженням в атмосферу промислових викидів, які можуть бути: безперервними, періодичними, залповими або миттєвими.

Безперервні і періодичні визначаються технологічним особливостями виробництва та враховуються технологічним регламентом. Залпові - можливі при аваріях, вибухових роботах, спалюванні швидко горючих відходів виробництва. При миттєвих викидах забруднюючі речовини викидаються протягом доль секунди, іноді на значну висоту.

За агрегатним станом забруднення підрозділяють на тверді, рідкі і газоподібні. У промислових викидах суцільною фазою є гази, дисперсною – тверді частинки або крапельки рідини.

Викиди забруднюючих речовин поділяться на організовані і неорганізовані. Перші поступають в атмосферу через спеціальні газоходи, труби (джерела виділення); другі - в результаті порушення герметичності устаткування, незадовільної роботи обладнання по відсмоктуванню газу.

При оцінці забруднення атмосфери враховується сумарний об'єм викидів в цілому по підприємству, а також структура викидів з виділенням специфічних елементів за класами небезпеки (так, 1 клас – особливо небезпечні речовини).

По масі викидів переважаючими речовинами є з'єднання сірі, азоту, вуглецю, пил. Речовини, що поступають в атмосферу від різних промислових джерел, створюють так зване первинне забруднення. Після виходу з джерела шкідливі речовини не залишаються в атмосфері в незмінному вигляді. Відбуваються фізичні зміни – переміщення і розповсюдження в просторі, турбулентна дифузія, розбавлення і т.п., а також хімічні перетворення (окислення, фотохімічні реакції). Ступінь

небезпеки різних забруднювачів виражається показником гранично допустимої концентрації (ГДК).

Для кожного джерела забруднення встановлюється гранично допустимий викид (ГДВ) – викид забруднюючої речовини в атмосферу, при якому її приземна концентрація не перевищує ГДК.

Другий напрям дії промислового підприємства на навколишнє середовище – забруднення поверхневих і підземних вод.

У промисловості вода виконує різні функції:

- використовується для охолодження рідких і газоподібних продуктів в теплообмінних апаратах (на охолодження витрачається від 65 до 80% води);
- застосовується для розчинення і утворення пульпи при збагаченні і переробці руди;
- прямує на промивку газоподібних, рідких і твердих продуктів та виробів.

Якщо вода витрачається як охолоджувач, то вона практично не забруднюється; лише змінює температуру.

Технологічна вода контактує з продуктами і виробами, отже, забруднюється; в результаті утворюються стічні води. Їх кількісний і якісний склад залежить від галузі і вживаних технологій. Виробничі стічні води підрозділяються на дві групи:

- такі, що містять неорганічні домішки (кислоти, луж, іони важких металів);
- такі, що містять нафтопродукти, смоли, альдегіди, феноли і інші органічні сполуки.

Для оцінки рівня забруднення стічними водами встановлені такі екологічні нормативи як ГДК, БПК і ХПК.

БПК – показник біологічної потреби в кисні, тобто кількість кисню, використаного при біохімічних процесах окислення органічних речовин за певний проміжок часу (2, 5, 10, 20 діб).

ХПК – хімічна потреба в кисні або кількість кисню, що еквівалентна кількості окислювача, який витрачається та необхідного для окислення всіх відновників, що містяться у воді.

В екологічному паспорті також надається характеристика відходів виробництва, рекультиватії порушених земель, транспорту підприємства.

- **очисні і природоохоронні споруди підприємства;**

Пом'якшити дію виробництва на довкілля, істотно понизити об'єм надходження шкідливих речовин в порівнянні з технологічними нормативами можна за допомогою природоохоронних технологій і техніки. У екологічному паспорті міститься інформація про всі очисні установки, вживані способи очищення викидів (скидів) і ступені

знешкодження шкідливих речовин.

- **характеристика екологічної діяльності підприємства**, в тому числі витрати на природоохоронні заходи, платежі за викиди та скиди забруднюючих речовин, за використання природних ресурсів, розміщення відходів виробництва, штрафи підприємства за забруднення навколишнього середовища, план заходів щодо зменшення рівня техногенного навантаження.

#### **1.4. Вплив підприємств паливно – енергетичного, металургійного та машинобудівного комплексів на довкілля**

В процесі виробництва матеріальних благ з навколишнього природного середовища вилучаються природні компоненти і одночасно до природи поступають техногенні відходи.

Надходження відходів в атмосферу, водний басейн, ґрунти викликає зміну стану цих компонентів довкілля, тобто приводить до їх забруднення та деградації. Забруднені компоненти навколишнього природного середовища впливають на первинних реципієнтів: людину, елементи матеріальної сфери, рослинний і тваринний світ, викликаючи в них негативні зміни. Ці зміни, у свою чергу, призводять до негативних соціальних і економічних наслідків.

**Соціальні наслідки** забруднення виявляються в наступних формах:

- підвищена захворюваність населення;
- скорочення тривалості життя;
- генні мутації;
- підвищена міграція населення;
- порушення природних умов життя і відпочинку і т.п.

**Економічні наслідки** забруднення компонентів довкілля виявляються на рівні окремих суб'єктів економічної діяльності, знижуючи ефективність їх функціонування і відтворення. Дія забруднення навколишнього середовища на економічні суб'єкти відбувається в наступних формах:

- зниження кількості і якості економічних ресурсів, що функціонують в економічній системі;
- відвернення економічних ресурсів на запобігання, усунення і компенсацію негативних наслідків забруднення.

У обох випадках у економічного суб'єкта **підвищуються витрати функціонування, зменшується кількість** вироблюваного кінцевого продукту і як результат відбувається **недоотримання доходу**.

Підприємства різних галузей істотно розрізняються між собою за масштабами виробництва, об'ємами викидів забруднюючих речовин в атмосферу, скидів стічних вод і кількістю відходів, що утворюються, а

також хімічним складом забруднень.

**За специфікою впливу** особливо розрізняються підприємства добувної і переробної промисловості.

Основний вплив, який чинять підприємства **добувної промисловості**, позначається в:

- зміні цілісності масивів гірських порід (проходка гірських вироблень, свердловин);
- порушенні земель (утворення антропогенних форм рельєфу);
- зміні водного балансу території;
- запиленні атмосфери (від вибухових робіт при відкритій здобичі);
- зміні всього ландшафту, утворенні техногенних ландшафтів (повна відсутність ґрунтового покриву, рослинності, мікроорганізмів).

Для підприємств **переробної промисловості** характерний значно більший вплив на стан атмосфери і поверхневих вод, чим для добувної.

Із загального обсягу промислових викидів на долю переробної промисловості доводиться близько 80%, а її частка в об'ємі стічних вод складає майже 90%.

Підприємства переробної промисловості утворюють декілька десятків галузей, що відрізняються не тільки технологічними особливостями, характером спеціалізації, призначенням кінцевої продукції, але і специфікою дії на довкілля, що визначається великою різноманітністю забруднюючих речовин.

**За об'ємом викидів** серед галузей переробної промисловості виділяють великотоннажні; це підприємства чорної і кольорової металургії, нафтопереробки, індустрії будівельних матеріалів, на яких утворюється до 80% викидів в атмосферу всієї переробної промисловості.

Більше 80% від загальної кількості стічних вод переробної промисловості доводиться на підприємства целюлозно-паперової, хімічної і нафтохімічної галузей, машинобудування, металургії.

Особливістю підприємств переробної промисловості є виробництво особливо небезпечних речовин, не відомих в природі, а також викиди токсичних сполук, наприклад, таких як:

- хлорфторвуглеводневі – гази, які використовуються на підприємствах по випуску холодильної техніки, аерозольній продукції; вважаються причиною виснаження і руйнування озонового шару Землі;
- поліхлорбіфеніли (ПХБ), сполуки, що мають високу хімічну, термічну і біологічну стійкість, здатні накопичуватися в екосистемах, трофічних ланцюгах, в тканинах тварин;
- діоксин, що поступає в навколишнього середовища від підприємств з хлорним виробництвом, які випускають пестициди, целюлозно-паперову продукцію.

Кожне підприємство переробної промисловості має свій набір небезпечних і специфічних забруднень, до яких можна віднести також промислові шуми, вібрацію, електромагнітне, теплове випромінювання.

Особливу групу серед підприємств переробної промисловості складають підприємства, що проводять високотехнологічну продукцію (виробництво напівпровідникової техніки, елементної бази ЕОМ, мікроелектроніка). Об'єми викидів таких підприємств невеликі, проте їх якісний склад включає високотоксичні речовини (сполуки кремнію, германію, миш'яку тощо).

**За ступенем впливу** на довкілля найбільше техногенне навантаження створюють підприємства паливно-енергетичного комплексу (вугільна, нафтопереробна промисловість, електроенергетика, виробництво і транспортування нафти і газу), металургія і машинобудування.

### **Паливно-енергетичний комплекс**

Підприємства ПЕК впливають на всі компоненти навколишнього середовища.

При здобичі і переробці твердого палива впливу піддаються ґрунти і природні водоймища унаслідок гірських вироблень, скидання забруднених шахтних, дренажних і шламових вод.

Атмосферне повітря забруднюють вентиляційні викиди, а також оксиди сірки і азоту від відвалів породи, що горять.

Підприємства нафтовидобувної і нафтопереробної галузей забруднюють ґрунти, поверхневі і підземні води, донні ґрунти, засолюють землю. Нафтохімічні підприємства є основними забруднювачами атмосфери органічними домішками (фенол, вуглеводні тощо).

Значним джерелом забруднення довкілля є **телові електростанції (ТЕС) і котельні**. Взаємодія енергетичного підприємства з навколишнім середовищем відбувається на всіх стадіях здобичі і використання палива.

Теплові електростанції активно споживають атмосферне повітря. Продукти згорання, що утворюються, передають основну частку теплоти робочому тілу енергетичної установки, але частина теплоти розсівається в навколишньому середовищі, виноситься продуктами згорання в атмосферу. Викиди ТЕС містять оксиди вуглецю, азоту, сірки, вуглеводні, пари води та інші речовини в твердому, рідкому і газоподібному станах.

При спалюванні мазуту в атмосферу поступають також сполуки ванадію. У шлаках ТЕС, що працюють на вугіллі, присутні миш'як, радіонукліди.

Зола і шлак, що видаляються з топки, утворюють золо- і шлаковідвали на поверхні літосфери.

Взаємодія ТЕС з гідросферою характеризується в основному

споживанням води системами технічного водопостачання. Градирні в системі охолодження конденсаторів ТЕС істотно впливають на мікроклімат в районі станції, сприяючи утворенню туманів, інею, а тепла вода, що відводиться від конденсаторів і турбін, порушує біоценоз водоймищ, до яких скидається. При промивці поверхонь нагріву котлоагрегатів утворюються розбавлені розчини соляної кислоти, їдкого натру, аміаку, солей амонію, заліза та інших речовин.

Основними чинниками впливу ТЕС на літосферу є:

- осадження на її поверхні твердих частинок і рідких розчинів продуктів атмосферних викидів;
- споживання ресурсів літосфери (вирубка лісів, здобич палива, вилучення з сільськогосподарського обороту орних земель) і зміна ландшафту.

В середньому для будівництва великої ТЕС відводиться 2-3 км<sup>2</sup> земельної площі (без урахування площі під золовідвали і водосховища-охолоджувачі). На цій території змінюється рельєф місцевості, порушується поверхневий стік і структура ґрунту.

**Атомні електростанції (АЕС)** при нормальній роботі дають значно менше шкідливих викидів в атмосферу, чим ТЕС, що працюють на органічному паливі.

Діюча АЕС не впливає на вміст кисню і вуглекислого газу в атмосфері, не змінює її хімічного складу.

Основними чинниками забруднення довкілля АЕС виступають радіаційні показники. Наведеній радіоактивності піддаються практично всі речовини, що взаємодіють з радіоактивним випромінюванням (теплоносій, продукти корозії реакторного контуру), але прямому надходженню радіоактивних забруднень в навколишнє середовище запобігає багатоступінчата система захисту.

Найбільшу небезпеку представляють аварії на АЕС.

Друга проблема експлуатації АЕС – теплове забруднення. Основне тепловиділення відбувається в конденсаторах паротурбінних установок.

Можливими негативними наслідками взаємодії АЕС на навколишнім середовищем може вважатися переробка радіоактивних відходів, які утворюються на всіх підприємствах паливного циклу, а також при демонтажу і похованні елементів забрудненого устаткування.

**Гідроелектростанції (ГЕС)** також істотно впливають на природне середовище як в період будівництва, так і при експлуатації, що проявляється у наступному:

- затопленні прилеглих територій (лісові і сільськогосподарські землі, селища, родовища корисних копалини);
- зміні рельєфу побережжя;

- порушенні гідрохімічного і гідробіологічного режимів водних мас;
- локальній зміні клімату за рахунок інтенсивного випаровування вологи з поверхні водосховищ (підвищення вологості повітря, посилення вітрів, утворення туманів);
- створенні умов щодо розвитку сейсмічної активності (при споруді великих ГЭС).

### **Металургійні підприємства**

Сучасне металургійне підприємство по виробництву чорних металів включає наступні переділи:

- виробництво окатишів і агломератів;
- коксохімічне виробництво;
- доменне виробництво;
- сталеплавильне виробництво;
- прокатне виробництво.

До складу металургійних підприємств входять також феросплавне, вогнестійке і ливарне виробництва. Всі вони є джерелами забруднення атмосфери і водоймищ.

Концентрація забруднюючих речовин в атмосферному повітрі і водних об'єктах поблизу металургійного підприємства зазвичай значно перевищує допустимі норми, тому в містах, де розміщується таке виробництво, спостерігається несприятлива екологічна обстановка.

Всі металургійні переділи є джерелами забруднення атмосфери пилом, оксидами вуглецю і сірки. У доменному виробництві додатково виділяються сірководень і оксиди азоту; у прокатному – аерозолі травильних розчинів, пари емульсій і оксиди азоту. Найбільша кількість викидів в коксохімічному виробництві; окрім перерахованих забруднюючих речовин в атмосферу поступають ароматичні вуглеводні, феноли, аміак, бенз(а)пірен, синильна кислота тощо.

На частку металургійних підприємств припадає 15-20% від загальних забруднень атмосфери промисловістю. В середньому виробництво 1 млн. т чорних металів пов'язане з надходженням за добу в навколишнє середовище 350 т пилу, 200 т сірчаного ангідриду, 400 т оксиду вуглецю, 42 т оксидів азоту.

Чорна металургія є одним з найбільших споживачів води (12-15% від загального промислового водоспоживання). До 49% споживаної води витрачається на охолодження технологічного устаткування, 26% - на очищення газів і повітря, 11% - на гідротранспорт, 12% - на обробку металу та 2% - на інші процеси. Безповоротні втрати води складають майже 8%. 60 - 70% стічних вод металургійних підприємств відносяться до категорії «умовно-чистих», оскільки мають тільки підвищену температуру. Інші стічні води забруднені твердими частинками, маслами, емульсіями,

травильними розчинами.

Металургійні підприємства займають величезні площі (до 1000га); землі відчужуються під виробничі цехи і відвали.

На металургійних підприємствах утворюється велика кількість відходів виробництва (доменні і сталеплавильні шлаки) і металевого лому. Але металургійні підприємства є також споживачами металобрухту: наприклад, при виробництві 1т мартенівської сталі використовується 500 кг лому, киснево-конверторною – до 250 кг, електросталі – майже 940 кг.

### **Машинобудівне підприємство**

В рамках машинобудівного підприємства функціонують наступні технологічні процеси і виробництва з високим рівнем забруднення довкілля:

- внутрізаводське енергетичне виробництво;
- ливарне;
- металообробне;
- зварювальне;
- гальванічне;
- лакофарбове тощо.

По рівню забруднення навколишнього середовища гальванічні і лакофарбові виробництва порівнянні з такими джерелами екологічної небезпеки як хімічні підприємства; ливарне виробництво – з металургією; котельні – з підприємствами теплоенергетики.

Машинобудівне підприємство забруднює:

- атмосферу (викиди газів, пароподібних речовин, аерозолів, димів, пилу тощо);
- поверхневі водоймища (стічні води, витіки рідких продуктів і напівпродуктів);
- ґрунти (накопичення твердих відходів, надходження токсичних речовин із забрудненого повітря і промислових стоків).

На машинобудування припадає до 3% від загального об'єму промислових викидів, але в атмосферу поступають такі забруднювачі як масла, аміак, ціаністий водень, аерозолі, сполуки фтору, сірки, металевий і абразивний пил, пари розчинників, сірководень, оксиди азоту. Кількість цих забруднюючих речовин достатньо велика, але їх концентрація незначна.

Гальванічне виробництво – найбільш суттєве джерело утворення стічних вод на машинобудівному підприємстві. Основними забруднювачами є іони важких металів, сполуки хрому, неорганічні кислоти, луги, поверхнево-активні речовини, які містяться в промивних водах і відпрацьованих електролітах.

У стічних водах машинобудівного підприємства присутні:



- кремнезем, оксиди заліза, алюмінію, кальцію, магнію (ливарне виробництво);
- кальцинована сода, фосфат натрію, металевий і абразивний пил, мінеральні масла (механічне виробництво);
- ціаніди, сірчана і азотна кислоти, мідь, нікель, олово, хром, цинк (лакофарбове і гальванічне виробництва).

На підприємствах машинобудівного комплексу накопичується велика кількість твердих відходів (амортизаційний лом; ливарні відходи; відходи металообробки; полімерні матеріали, гумовотехнічні відходи, відходи деревини, шлаки, золи, шлами з відстійників очисних споруд та відходи з систем очищення повітря).

Кількість амортизаційного лому залежить від обсягів наміченого до списання зношеного обладнання, а також від кількості деталей, що вилучені при ремонтних роботах. На машинобудівних підприємствах до 55% амортизаційного лому утворюється внаслідок заміни технологічної оснастки та інструменту; безповоротні втрати металу від корозії та стирання деталей обладнання складають приблизно 25% від загальної кількості амортизаційного лому, крім того, метал безповоротно втрачається при обдиранні, розпилюванні, шліфуванні – 0,6%, куванні, гарячому штампуванні, термообробці – 0,3%, травленні – 1,5%, за рахунок неповного збору відходів – 1,6%.

Технологічні відходи машинобудівного підприємства дорівнюють 260 кг на тону оброблюваних заготовок.

### ***Контрольні питання***

1. *Якими є основні причини суперечностей між суспільством та природою?*
2. *Чому в сучасних умовах зросла залежність суспільства від стану природного середовища?*
3. *Як впливає соціально-економічна система на навколишнє природне середовище?*
4. *Чому на даному етапі розвитку суспільства визначальним чинником розміщення продуктивних сил стає екологічний фактор?*
5. *Що представляє собою екологічний паспорт підприємства?*
6. *За якими признаками розподіляються галузі промисловості щодо впливу на навколишнє природне середовище ?*
7. *Як впливають на довкілля підприємства паливно-енергетичного комплексу?*
8. *Внаслідок чого стічні води машинобудівного підприємства більш небезпечні ніж ті, що утворюються на об'єктах теплоенергетики?*

## 2. АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 2.1. Джерела, види та масштаби забруднення довкілля

Негативний вплив на стан довкілля надає його **забруднення**, тобто привнесення в середовище або виникнення в ньому нових, зазвичай не характерних для нього фізичних, хімічних, інформаційних чи біологічних агентів, або перевищення їх концентрації понад природний рівень, що призводять до негативних наслідків для природних екосистем і людини. Під забрудненням навколишнього середовища слід розуміти зміну властивостей середовища (хімічних, фізичних, біологічних і пов'язаних з ними інформаційних), що відбувається в результаті природних або штучних процесів і приводить до погіршення функцій середовища по відношенню до даного об'єкту (людині, біологічному організму, об'єктам життєдіяльності людини).

**По видах** забруднення навколишнього природного середовища поділяються на природне і антропогенне.

**Природне** забруднення виникає в результаті природних процесів поза всяким впливом людини на ці процеси (виверження вулканів, лісові пожежі, вивітрювання ґрунту, відмирання рослин, морські хвилювання, що супроводжуються утворенням бризок тощо). **Антропогенне** забруднення викликане господарською діяльністю людини.

Проблема забруднення середовища мешкання людини налічує декілька сторіч. Наприклад, відомий указ Карла VI від 1382 року, що забороняв випускати в Парижі «дим нудотний і який погано пахне». Проте до розвитку промисловості забруднення довкілля носило обмежений характер як за місцем і часом розповсюдження, так і за кількістю і шкідливістю дії забруднюючих речовин на живі організми.

Особливо гострою проблема забруднення навколишнього середовища стає, починаючи з другої половини 20-го століття, що характеризується високими темпами зростання промислового виробництва, вироблення і споживання енергії, випуску і використання у великій кількості транспортних засобів.

**Забруднення** – це соціально-економічне поняття. Якщо який-небудь елемент довкілля володіє альтернативними функціями, при визначенні його забруднення необхідно дотримуватися **принципу диз'юнкції**, тобто зміна середовища повинна вважатися забрудненням, якщо погіршала хоч би одна з його функцій. Людина, намагаючись поліпшити одні функції природного середовища, найчастіше завдає збитку іншим. Тому практично будь-яка антропогенна зміна компонентів довкілля є на сьогоднішній день

їх забрудненням.

Розрізняють наступні **типи забруднення** навколишнього природного середовища:

- **механічне** – засмічення середовища агентами, що надають лише механічного впливу без фізико-хімічних наслідків (наприклад, накопичення будівельного сміття);
- **хімічне** – зміна хімічних властивостей середовища, що негативно впливають на екосистеми і технологічні пристрої;
- **фізичне** – зміна фізичних параметрів середовища: температурно-енергетичних (теплове або термальне), хвильових (світлове, шумове, електромагнітне), радіаційних (радіаційне або радіоактивне);
- **біологічне** – проникнення в екосистеми і технологічні пристрої деяких видів тварин і рослин, що порушують екологічну рівновагу або що завдають соціально-економічного збитку;
- **інформаційне** – зміна властивостей середовища, що погіршує його функцію як носія інформації.

**За походженням** антропогенні забруднення також поділяються на групи: матеріальні (речовинні) і енергетичні.

До **матеріальних забруднень** відносять:

- викиди в атмосферу (газо- і пароподібні, тумани, дим);
- стічні води (умовно-чисті, забруднені);
- тверді відходи (токсичні, інертні).

До **енергетичних забруднень** відносять:

- теплові викиди;
- шум, вібрації, ультразвук;
- електромагнітні поля;
- світлове, лазерне, ІК- та УФ-випромінювання);
- іонізуюче випромінювання;
- електронне випромінювання.

**По характеру дії** забруднюючих речовин на живі організми виділяють п'ять груп забруднень:

- **загальносоматичні**, що викликають отруєння всього організму;
- **дратівливі**, що викликають роздратування дихальних шляхів і слизових оболонок;
- **сенсibiliзуючі** або алергени, що викликають появу чи загострення алергійних реакцій;
- **канцерогенні**, що викликають розвиток онкологічних захворювань;
- **мутагенні**, що приводять до генетичних змін.

За цією ж ознакою розрізняють забруднення **прямого і непрямого впливу** на біологічні об'єкти.

**За часом взаємодії** з навколишнім середовищем забруднення

підрозділяються на стійкі, середній тривалості і нестійкі. **За способом формування** – навмисні, супутні і аварійні.

Розрізняють також **забруднення атмосфери, гідросфери і літосфери**.

Під **атмосферним** забрудненням розуміється присутність в повітрі або привнесення в нього частинок твердих або рідких речовин, газоподібних сполук, які несприятливо впливають на живі організми, погіршують умови їх життя або наносять матеріальні збитки. Забруднення атмосфери – результат викидів забруднюючих речовин з різних джерел. Причинно-наслідкові зв'язки цього явища закладені в природі земної атмосфери:

- забруднення переносяться по повітрю від джерела утворення до місць їх руйнуючої дії;
- у атмосфері вони можуть зазнавати зміни, включаючи хімічні перетворення одних речовин на інші, ще є більш небезпечними.

Атмосферні забруднення бувають локальними і глобальними.

**Забруднення гідросфери** – надходження в водні об'єкти забруднювачів в кількостях і концентраціях, здатних порушити нормальні умови їх існування.

**Забруднення ґрунту** – привнесення і виникнення в ґрунті нових, не характерних для нього фізичних, хімічних або біологічних агентів або перевищення їх концентрації, що супроводжується порушенням властивостей середовища або збитками.

## **2.2. Стандартизація і нормування якості компонентів довкілля**

Екологічні стандарти і екологічне нормування – найважливіші засоби регулювання природокористування. По своїй суті вони відносяться до **адміністративних** методів управління якістю довкілля.

**Нормування** – це процес встановлення кількісних меж, в яких допускається зміна характеристик нормованого об'єкту.

Під **екологічним нормуванням** розуміється науково обґрунтоване обмеження дії господарської або іншої діяльності на ресурси біосфери, що забезпечує як соціально-економічні інтереси суспільства, так і його екологічні потреби.

Розроблені і затверджені в установленому порядку нормативи виступають як стандарти.

Всі **екологічні нормативи** можна розділити на 3 групи:

- екологічні нормативи екосистем;
- нормативи якості компонентів навколишнього середовища;
- нормативи антропогенного впливу на навколишнє середовище.

Під **екологічним нормативом екосистеми** розуміється межа

кількісної зміни параметрів екосистеми, що встановлюється з умови збереження її структури і функцій, а також всіх екологічних компонентів, необхідних для обліку в господарській діяльності.

Параметри екосистем, що підлягають нормуванню, характеризують якість екосистеми. До них відносять продуктивність, стійкість і т.д.

Система **нормативів якості довкілля** включає, в першу чергу, санітарно-гігієнічні регламенти якості компонентів середовища – якісно-кількісні показники, дотримання яких гарантує безпечні або оптимальні умови існування людини. В основі нормування якості компонентів довкілля лежить встановлення ГДК в різних середовищах. На даний час ГДК встановлені для більш ніж 1000 хімічних речовин у воді, 250 – в атмосферному повітрі, понад 30 – в ґрунті.

ГДК виражається як концентрація домішок в середовищі: у повітрі в мг/м<sup>3</sup>, у воді – в мг/дм<sup>3</sup>, у ґрунті або продуктах харчування – мг/кг.

Для хімічних речовин ГДК встановлюється, виходячи з концентрації порогу їх дії, для чого укладається залежність доза-ефект, за якою визначається концентрація, що діє мінімально, і максимально недіюча.

Для **водних об'єктів** ГДК встановлюється залежно від цілей водокористування, тому розрізняють:

- ГДК для водних об'єктів господарський-питного і культурно-побутового водокористування;
- ГДК для водних об'єктів рибогосподарського призначення.

Регламентація змісту забруднюючих речовин у водних об'єктах ґрунтується на проведенні тестів, що враховують наступні **показники шкідливої дії**:

- **токсикологічний** (оцінка впливу забруднюючої речовини на організм людини і гідробіонтів);
- **органолептичний** (оцінка впливу забруднюючої речовини на органолептичні показники якості води, такі як запах, колір тощо);
- **загальносанітарний** (оцінка впливу забруднюючої речовини на процеси самоочищення водних об'єктів).

Визначення ГДК речовин, забруднюючих ґрунти, здійснюється за рядом тестів, що враховують 6 показників шкідливої дії: **органолептичний, загальносанітарний, фітоаккумуляційний, міграційно-водний, міграційно-повітряний, токсикологічний.**

У реальному житті людина піддається впливу цілого комплексу факторів. При цьому одночасна дія декількох чинників однієї природи визначається як **комбінована дія** (наприклад, декілька джерел шуму). Коли одна і та ж забруднююча речовина поступає в організм людини різними шляхами, то говорять про **комплексну дію** (наприклад, сумарна доза опромінювання організму з урахуванням всіх шляхів надходження

радіонуклідів).

При **сумісній дії** декількох хімічних речовин можливі 5 варіантів ефекту на організм людини: незалежна дія; підсумовування; антагонізм; синергізм (ефект, що перевищує підсумовування); зміна характеру дії (наприклад, поява мутагенних властивостей).

При комбінованій дії забруднюючих речовин ефект підсумовування повинен задовольняти умові:

$$\sum_i \frac{C_i}{ГДК_i} \leq 1$$

де  $C_i$  – концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини,  $ГДК_i$  – гранично допустима концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини.

При розрахунку комплексної дії оцінку проводять за наступною формулою:

$$\frac{C_{атм}}{ГДК_{атм}} + \frac{C_{вод}}{ГДК_{вод}} + \frac{C_{їж}}{ГДК_{їж}} \leq 1$$

де  $C_{атм}$ ,  $C_{вод}$ ,  $C_{їж}$  – концентрація речовини, що потрапляє до організму людини з атмосферного повітря, з водою та їжею;  $ГДК_{атм}$ ,  $ГДК_{вод}$ ,  $ГДК_{їж}$  – гранично допустима концентрація речовини в атмосферному повітрі, воді, їжі.

Найширше в практиці природокористування використовуються **нормативи антропогенних дій** на навколишнє середовище.

Під **антропогенною дією** розуміється прямий і непрямий вплив людини, різних форм його господарської діяльності на довкілля.

**Нормативи антропогенних дій** – це обширний клас екологічних нормативів, що включають нормативи викидів забруднюючих речовин в атмосферу, скидів у водні об'єкти, розміщення твердих відходів, квоти вилучення природних ресурсів, а також численні норми і регламентації різних сторін господарської діяльності, викладені в санітарно-гігієнічних, будівельних, природоохоронних нормах і правилах.

Найбільш поширені форми антропогенних дій пов'язані з прямим вилученням природних ресурсів і забрудненням навколишнього середовища. Наприклад, нормативи вилучення біологічних видів представляються у формі квот – законодавчо встановлених норм здобичі дозволених до відстрілу особин популяції господарсько цінних видів тварин.

Регулювання і кількісне обмеження надходження забруднюючих речовин в атмосферу здійснюється шляхом **нормування викидів**, тобто визначення гранично допустимих викидів (ГДВ) - науково-технічного нормативу, який встановлюється з умови, що вміст забруднюючої

речовини в приземному шарі повітря від джерел або їх сукупності не перевищуватиме нормативів якості повітря:

$$C_i + C_{\text{фон}} \leq \text{ГДК}_i$$

де  $C_i$  – концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини в атмосферному повітрі;  
 $C_{\text{фон}}$  – фонова концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини.

ГДВ встановлюється для кожного джерела викиду забруднюючої речовини в атмосферу, а також в цілому для підприємства.

Розраховується ГДВ в т/рік як кількість забруднюючої речовини, яку не дозволяється перевищувати.

**Нормування скидів** у водні об'єкти проводиться за допомогою такого показника як гранично допустимий скид (ГДС).

ГДС – маса речовини в стічних водах, максимально допустима до відведення в даному пункті водного об'єкту в одиницю часу з метою забезпечення якості води в контрольному пункті.

ГДС встановлюється з урахуванням ГДК в місцях водокористування, асиміляційній здатності водного об'єкту і оптимального розподілу маси забруднюючих речовин між водокористувачами, що скидають стічні води.

Принцип встановлення ГДС як нормативу антропогенних дій на водні об'єкти аналогічний нормуванню атмосферних забруднень, тобто будується на дотриманні ГДК.

Величини ГДС визначаються для всіх категорій водокористувачів як добуток максимальної годинної витрати стічних вод  $Q_{\text{св}}$  ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) на концентрацію в них забруднюючої речовини  $C_{\text{св}}$  ( $\text{г}/\text{м}^3$ ):

$$\text{ГДС} = Q_{\text{св}} \cdot C_{\text{св}}$$

Важливе значення щодо запобігання забруднення довкілля мають нормативи поводження з твердими відходами – **ліміти розміщення відходів**, тобто кількості відходів, які допускається розміщувати у встановлених місцях протягом року.

Ліміти розміщення відходів розробляються природокористувачами з урахуванням:

- обґрунтування об'ємів утворення відходів;
- неможливості їх утилізації;
- класу небезпеки;
- екологічній безпеці місць розміщення відходів тощо.

У практиці природокористування, окрім розглянутих нормативів антропогенних дій, застосовуються **прямі і непрямі заборони, обмеження**, які торкаються:

- порядку використання територій (норми, регулюючі архітектурно-планувальну діяльність);
- норм дій окремих видів господарської діяльності на навколишнє

- середовище (галузеві правила і стандарти);
- технічних і технологічних параметрів устаткування, використовуваних як у виробництві, так і в техніці захисту довкілля.

### **2.3. Визначення припустимих рівнів впливу промислових об'єктів на навколишнє природне середовище**

При аналізі впливу господарської діяльності на довкілля найважливішим моментом є встановлення рівня допустимої зміни екологічних ресурсів; для цього використовують **індекси забруднення** компонентів навколишнього середовища і критерії оцінки екологічного стану території. Наприклад, індекс забруднення при визначенні якості атмосферного повітря розраховується по формулі:

$$Y_{\text{атм}} = \sum_i Y_i = \sum_i \left[ \frac{C_i}{\text{ГДК}_i} \right]^{K_i}$$

де  $Y_i$  – індекс забруднення для  $i$ -ої забруднюючої речовини;

$C_i$  – середня концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини;

$\text{ГДК}_i$  – гранично допустима концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини;

$K_i$  – константа приведення ступеня небезпеки  $i$ -ої забруднюючої речовини до умовного показника.

Одним з критеріїв оцінки екологічного стану території є **екологічна техноємність території** (ЕТТ) – узагальнена характеристика території, яка кількісно відповідає максимальному техногенному навантаженню, що може витримати і переносити протягом тривалого часу сукупність реципієнтів і екосистем території без порушення їх структурних і функціональних властивостей.

Аналогом екологічної техноємності території є гранично допустиме техногенне навантаження (ГДТН).

### **2.4. Основні напрямки зниження рівня впливу сучасних виробництв на навколишнє середовище.**

Природне середовище – цілісна система з безліччю збалансованих зв'язків. Порушення цих зв'язків приводить до змін в сталих кругообігах речовин і енергії. Руйнуючий вплив на довкілля надає в основному господарська діяльність людини.

**Зниження рівня антропогенного навантаження** на навколишнє середовище може здійснюватися за 2-ма напрями: технологічному та інструментальному.

**Технологічний** напрям передбачає

- перехід підприємств на мало- та безвідходні технології;



- вдосконалення існуючих технологічних процесів, що призводить до зниження відходів, які утворюються;
- підвищення комплексності переробки сировини і раціональне використання енергії.

**Інструментальний** напрям зв'язаний із застосуванням різноманітного устаткування, яке забезпечує зменшення надходження сторонніх агентів в навколишнє середовище. Інструментальні методи діляться на активні і пасивні:

- активні забезпечують зниження питомих і сумарних рівнів негативної дії на довкілля незалежно від потужності виробництва;
- пасивні – не знижують сумарного впливу.

**Пасивні** методи реалізуються шляхом:

- розсіяння викидів;
- розбавлення стічних вод;
- зміни розташування джерел надходження забруднюючих речовин в навколишнє середовище.

Наприклад, для розсіювання промислових викидів виробництва оснащують такими спорудами (трубами), які не знижують сумарний викид, але поширюють його на велику площу або на більший об'єм; при цьому локальний викид знижується нижче за допустимий рівень.

Основним напрямом **активного** зниження рівня антропогенного навантаження є оснащення існуючих виробництв очисними спорудами і пристроями (наприклад, пиловловлюючими апаратами, відстійниками тощо), які мінімізують надходження забруднень до навколишнього середовища, але не зачіпають основні технологічні процеси.

### **Контрольні питання**

1. Якими є основні типи забруднення навколишнього природного середовища?
2. Що розуміють під забрудненням атмосферного повітря, водних об'єктів та ґрунтів?
3. Для чого необхідні стандартизація та нормування якості компонентів довкілля? Що таке екологічне нормування?
4. На які групи поділяються екологічні нормативи?
5. Чим відрізняється комбінована дія забруднюючих речовин від комплексної?
6. За якими показниками визначається припустимий рівень техногенного навантаження?
7. В чому сутність основних напрямків зниження впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище?

### **3. ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ЗАБРУДНЕННЯМ ДОВКІЛЛЯ**

#### **3.1. Методи контролю та прилади для вимірювання концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі**

Аналіз забруднень, що є у повітрі, відноситься до складних аналітичних завдань, у зв'язку з тим, що:

- одна проба одночасно може містити десятки і навіть сотні різних органічних і неорганічних сполук;
- інтервал можливих концентрацій забруднюючих речовин може змінюватися від  $10^{-8}$  до  $10^5$  мг/м<sup>3</sup>;
- полідисперсні системи характеризуються ще й широким спектром розмірів частинок від  $10^{-2}$  до  $10^3$  мкм;
- повітря представляє нестійку систему з постійно змінним складом.

Це виключає можливість створення універсального методу вимірювання концентрації атмосферного забруднення і пояснює диференційований підхід до способів їх вимірювання.

Головним завданням аналізу забруднень повітря є отримання інформації про якісний і кількісний склад аналізованих проб, що необхідно для:

- прогнозування рівнів забруднення;
- оцінки фактичного стану атмосферного повітря;
- здійснення атмосферозахисних заходів.

Зазвичай для аналізу газоподібних забруднень повітря застосовують наступні методи:

- хроматографічні;
- мас-спектрометричні;
- спектральні;
- електрохімічні.

Незалежно від використовуваного методу аналізу контроль концентрацій шкідливих домішок зводиться до наступних операцій:

- відбір проб повітря;
- підготовка проби до аналізу;
- аналіз і обробка результатів.

Найбільш відповідальним етапом при визначенні концентрації шкідливих домішок є представницький відбір проб повітря, що забезпечує достовірність результатів.

Найпростішим і поширенішим способом накопичення газової або пилової проби є простягання повітря повітродувними пристроями (аспіратор, ежектор, насос) з певною швидкістю, яка реєструється витратоміром (реометр, ротаметр, газовий годинник), через

накопичувальні елементи з необхідною поглинальною здатністю.

Відбір проб повітря, що містить тверді або рідкі аерозолі, проводять:

- методом фільтрації;
- використовуючи відцентрові, інерційні і електростатичні сили;
- методом термодифузії.

Метод фільтрації дозволяє виділити частинки розміром понад 0,1 мкм. Він заснований на пропусканні через фільтр певного об'єму досліджуваного повітря за допомогою аспіраційного пристрою. Як фільтруючі матеріали застосовують аналітичні аерозольні фільтри типу АФА, виготовлені з ультра тонких волокнистих полімерів, або фільтри з ущільненої спресованої тканини ФПП-15.

Виділення зважених частинок під дією сил інерції провадиться в імпакторах, що застосовуються для частинок розміром більше 0,5 мкм.

Метод відцентрового осадження зважених частинок пилу здійснюється в циклоні і дозволяє виділити крупні частинки розміром більше 1 мкм.

Методи термодифузії або електростатичного осадження дозволяють виділити частинки розміром понад 0,01 мкм.

Відбір проб повітря при аналізі парогазових домішок здійснюється за рахунок простягання повітря через спеціальні тверді і рідкі поглиначі, в яких газова домішка конденсується або адсорбується.

Як сорбенти для концентрації мікродомішок використовують розчинні неорганічні хемосорбенти, плівкові і полімерні сорбенти, які дозволяють уловлювати із забрудненого повітря самі різні хімічні речовини.

Достоїнством полімерних сорбентів є їх:

- гідрофобність (волога повітря не концентрується в пастці і не заважає аналізу);
- здатність зберігати протягом тривалого часу без зміни первинний склад проби.

Для контролю вмісту пилу часто використовують гравіметричний (ваговий) метод, який полягає у виділенні частинок пилу з забрудненого потоку повітря і визначенні їх маси. Концентрацію пилу розраховують за формулою:

$$C = m/Q \cdot t$$

де **m** – маса проби пилу, мг; **Q** – об'ємна витрата повітря через пробовідбірник, м<sup>3</sup>/с; **t** – час відбору проб, сек.

Основні переваги цього методу:

- отримання масової концентрації пилу;
- відсутність впливу хімічного і дисперсного складу забруднюючої

речовини на результати вимірювань.

Проте метод відрізняється великою трудомісткістю і тривалістю процесу вимірювання.

Для вимірювання концентрації промислового пилу застосовують також радіоізотопний і оптичний методи.

Контроль концентрацій газо- і пароподібних домішок атмосферного повітря проводиться за допомогою газоаналізаторів, що дозволяють здійснити миттєвий і безперервний контроль вмісту в ньому шкідливих домішок. Для експресного визначення токсичних речовин використовують універсальні газоаналізатори спрощеного типу (наприклад, УГ-2, ГХ-2), засновані на лінійно-колориметричному методі аналізу.

При просмоктуванні повітря через індикаторні трубки, заповнені твердою речовиною-поглиначем, відбувається зміна забарвлення індикаторного порошку. Довжина забарвленого шару пропорційна концентрації досліджуваної речовини, вимірюваній за шкалою в мг/дм<sup>3</sup>.

Універсальний газоаналізатор УГ-2 дозволяє визначити концентрацію 16 різних газів і пара.

Вибір методу аналізу забрудненого повітря визначається природою приміси, а також очікуваною концентрацією забруднюючої речовини і метою аналізу.

Для реєстрації викидів промислових підприємств, а також дослідження забруднення атмосфери застосовують лазерні методи, в яких враховується розсіювання випромінювання лазера частинками аерозолів і молекулярними газами. Розсіяна енергія потрапляє на приймальну антену локатора. Реєструючи і розшифровувавши сліди взаємодії лазерних імпульсів з атмосферними шарами, можна витягнути інформацію про тиск, щільність, температуру, концентрацію різних газових складових атмосфери.

### **3.2. Методі контролю якості води**

Контроль нормованих показників якості води у водоймищах здійснюється шляхом періодичного відбору і аналізу проб води з поверхневих водоймищ.

Для поверхневих джерел водопостачання аналіз проводиться не рідше 1 разу на місяць. Кількість проб і місця їх відбору визначаються відповідно до гідрологічної і санітарних характеристик водоймища та узгоджуються з місцевими органами санітарно-епідеміологічної служби.

Обов'язковим є відбір проб безпосередньо в місці водозабору і на відстані 1 км вище за течією для річок і каналів, а для озер і водосховищ – на відстані 1 км від водозабору (у 2-х діаметрально розташованих точках).

В даний час разом з аналізом проб в лабораторіях використовують автоматичні станції контролю якості води, які дозволяють одночасно вимірювати до 8-10 показників. Вітчизняні пересувні автоматичні станції контролю якості води вимірюють: концентрацію розчиненого у воді кисню; електричну проникність води; рН; температуру; рівень води; концентрацію зважених речовин і міді.

На очисних спорудах підприємств здійснюється контроль складу початкових і очищених стічних вод, а також контроль ефективності роботи очисного обладнання.

Склад виробничих стічних вод може значно коливатися залежно від виду і режимів технологічного процесу, тому контроль складу стічних вод проводиться один раз в 10 днів. Аналіз проводиться не пізніше, ніж через 12 годин після відбору проби, оскільки при більшому часі витримки проби у складі стічної води можуть відбутися істотні зміни.

Хімічний аналіз води включає якісний і кількісний аналізи домішок.

Якісний аналіз дозволяє визначити наявність тих або інших органічних і мінеральних сполук у воді. В деяких випадках цього досить.

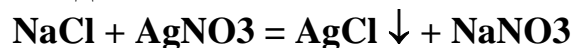
Наприклад, для визначення придатності води, використовуваної для виготовлення кіноплівки, важливо знати, містить вона солі заліза, оскільки навіть сліди сполук заліза у воді недопустимі. Проте в більшості випадків виникає необхідність визначення кількісного змісту домішок, що знаходяться у воді. За даними хімічного кількісного аналізу можна судити про придатність води для тих або інших цілей.

Кількісний аналіз ділиться на:

- гравіметричний (ваговий);
- титрометричний (об'ємний);
- фізико-хімічний.

Суть гравіметричного аналізу полягає в тому, що досліджувану речовину осаджують, фільтрують, висушують і зважують. По масі осадку судять про кількість досліджуваної речовини.

Наприклад, необхідно визначити кількість хлориду натрію в розсолі. До досліджуваного розчину підливають розчин нітрату срібла, з яким хлорид натрію утворює осадок:



Осад хлориду срібла фільтрують, висушують і зважують. Кількість хлориду натрію розраховують по формулі:

$$X_{\text{NaCl}} = M_{\text{NaCl}} \cdot m / M_{\text{AgCl}}$$

де  $M_{\text{NaCl}}$ ,  $M_{\text{AgCl}}$  – молекулярні маси відповідно хлориду натрію і хлориду срібла;  $m$  – маса осаду хлориду срібла.

На відміну від гравіметричного методу аналізу, при титрометричному аналізі реактив (робочий розчин) додають не в надлишку, а в кількості еквівалентному кількості визначуваної речовини. Осадок, що утворюється, для об'ємного аналізу не представляє інтересу, важливо знати об'єм підлитого реактиву і його концентрацію.

У титрометричному аналізі застосовують розчини, концентрація яких точно відома. Такі розчини називаються такими, що титрують. Додання розчину відомої концентрації до розчину, концентрацію якого потрібно визначити, до досягнення точки еквівалентності називається **титруванням**.

Момент, коли буде досягнуто еквівалентне співвідношення між кількостями підлитого розчину, яким титрують, і визначуваної речовини, називається **точкою еквівалентності**.

Найбільш характерні для титрометричного аналізу методи, засновані на використанні:

- реакцій подвійного обміну або заміщення;
- окислювально-відновних реакцій.

У основі першої групи методів лежать реакції нейтралізації, а також реакції, в результаті яких утворюються осадки або комплексні з'єднання.

До методів титрометричного аналізу, заснованих на окислювально-відновних реакціях, відносять:

- йодометричний;
- перманганатометричний;
- дихроматний;
- броматометричний тощо.

Для визначення незначних кількостей речовин (менше 1 мг/дм<sup>3</sup>) методи гравіметричного і титрометричного аналізів непридатні.

У цих випадках застосовують більш чутливі фізико-хімічні методи кількісного аналізу, з яких найбільш поширеним є **колориметричний метод**.

Колориметричний метод аналізу заснований на тому, що досліджуваний компонент переводять в забарвлену сполуку, а потім вимірюють інтенсивність отриманого забарвлення розчину, порівнюючи її із забарвленням стандартних розчинів з відомою концентрацією цього компоненту.

Цей метод застосовується тоді, коли існує строга пропорційність між забарвленням і концентрацією розчину і коли забарвлена сполука утворює дійсний розчин, стійкий протягом тривалого часу.

Контроль складу стічних вод полягає у вимірюванні:

- органолептичних показників води;

- рН середовища;
- вмісту грубодисперсних (зважених) речовин;
- хімічного споживання кисню (ХПК);
- кількості розчиненого кисню;
- біохімічного споживання кисню (БПК);
- концентрації шкідливих речовин, для яких існують нормовані значення ГДК.

З органолептичних показників води при аналізі складу стічних вод контролюють колір і запах. Колір води встановлюється вимірюванням її оптичної щільності на спектрофотометрі при різних довжинах хвиль світла, що проходить крізь пробу.

Значення рН в стічних водах визначається способом електрометрії, заснованим на тому, що при зміні на одиницю рН рідині потенціал скляного електроду, опущеного в цю рідину, змінюється на постійну для даної температури величину. Прилади, які призначені для проведення таких вимірювань, називаються рН-метрами.

При визначенні грубодисперсних домішок в стічних водах вимірюють масову концентрацію механічних домішок і фракційний склад частинок. Для цього застосовують фільтрування проб води через спеціальні фільтруючі елементи і вимірювання кількості «сухого» залишку. Окрім цих характеристик визначають швидкість спливання (осадження) механічних домішок.

Під ХПК розуміється величина, що характеризує загальний вміст у воді відновників, що реагують з сильними окислювачами. Виражається ХПК кількістю кисню, необхідною для окислення всіх відновників, що містяться у воді.

На практиці для окислення проби стічної води використовується розчин біхромату калію в сірчаній кислоті.

Вимірювання ХПК здійснюють:

- арбітражними методами, що проводяться з великою точністю за тривалий період часу;
- прискореними методами, вживаними для щоденних аналізів з метою контролю роботи очисних споруд або стану води у водоймищі при постійній витраті і складі стічних вод.

Зміст розчиненого кисню вимірюють після завершального процесу очищення безпосередньо перед скиданням води у водоймища або каналізаційну мережу. Визначення цього показника потрібно для оцінки корозійних властивостей води, а також для обчислення біологічної потреби кисню. З лабораторних методів найбільше застосування має йодометричний метод Вінклера для виявлення розчиненого кисню з

концентрацією більше  $0,0002 \text{ кг/м}^3$ . Менші концентрації вимірюють колориметричними методами, заснованими на зміні інтенсивності кольору сполук, що утворилися в результаті реакції між спеціальними фарбниками і стічною водою.

Під БПК розуміють кількість кисню (у мг), що необхідна для протікання в аеробних умовах біохімічних процесів окислення органічних речовин, що містяться в  $1 \text{ дм}^3$  стічної води. Визначення БПК проводять на основі аналізу зміни кількості розчиненого кисню з часом. Вимірювання концентрації шкідливих речовин, для яких встановлені ГДК, проводять на різних ступенях технологічної схеми очищення, зокрема перед випуском стічних вод у водоймища або каналізаційні мережі.

### **3.3. Критерії забруднення ґрунтів**

Ґрунти – це природний поглинач викидів та відходів. Газо-, паро-, пилеподібні викиди в атмосферу можуть осаджуватися на поверхні землі або випадати на неї у вигляді дощу та снігу, забруднюючи не тільки поверхню, а й глибинні шари.

Рідкі відходи у вигляді стічних вод забруднюють поверхню землі.

Тверді відходи не тільки забруднюють ґрунти, але й призводять до вилучення з сільськогосподарського обороту значної кількості територій. В свою чергу забруднення ґрунтів може бути джерелом забруднення ґрунтових та поверхневих вод. Дощі та талі води змивають, вимивають і переносять забруднюючі речовини.

При вітровій ерозії забруднені ґрунти здуваються та переносяться повітряними потоками на чисті поверхні землі та водоймищ, викликаючи їх забруднення.

Небезпека забруднення ґрунтів пов'язана з тим, що ґрунти є основним джерелом одержання людиною їжі, необхідної йому сировини та матеріалів.

Якість ґрунтів впливає на якість сировини і матеріалів. З ґрунтів забруднювачі потрапляють до мікроорганізмів і рослин, а з них – до тварин та людини. Отже, стан ґрунтів, ступень їх забруднення впливає на здоров'я людини і якість його життя.

Стан ґрунтів, що визначає вплив (або потенційний вплив) на здоров'я людини і уявляє собою сукупність фізико-хімічних, хімічних та біологічних властивостей, називається його санітарним станом. До показників, що визначають санітарний стан ґрунтів, належать: концентрація важких металів, нафти та нафтопродуктів, фенолів, сполук сірки, канцерогенних речовин, миш'яку, ціанідів, поліхлоридних біфенілів, радіоактивних речовин, хлоридів та рН (забруднення обумовлене



промисловими підприємствами та транспортом), а також вміст пестицидів, амонійного та нітратного азоту, мінеральних добрив, кишкової палички, ентерококів, яєць та личинок гельмінтів.

### ***Контрольні питання***

- 1. Чому контроль якості атмосферного повітря є складною аналітичною задачею?*
- 2. За допомогою яких методів провадиться аналіз газоподібних забруднень повітря?*
- 3. Який метод традиційно використовується для контролю запиленості атмосферного повітря?*
- 4. З чого складається хімічний аналіз води?*
- 5. За якими показниками провадиться контроль стану стічних вод?*
- 6. Чим відрізняється гравіметричний метод аналізу води від титрометричного?*
- 7. Що розуміють під санітарним станом ґрунтів?*

## 4. МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВИКИДІВ

### 4.1. Методи очищення промислових викидів в атмосферу

Запобігання забрудненню атмосфери промисловими викидами досягається або вдосконаленням технології виробництва, або їх очищенням. Реалізація першого напряму зв'язана з технічними і економічними труднощами, тому на практиці застосовують різні методи очищення викидів в атмосферу.

Згідно чинному законодавству, підприємства, діяльність яких пов'язана з викидами забруднюючих речовин в атмосферу, повинні бути оснащені спорудами, устаткуванням і апаратурою для очищення викидів і засобами контролю за їх кількістю і складом.

Спосіб очищення газового потоку характеризується наступними чинниками:

- склад використовуваного устаткування;
- необхідні ресурси (енергія, паливо, вода, персонал, устаткування);
- параметри вхідного і вихідного потоків (концентрація забруднюючих речовин);
- вплив на основний процес (продуктивність основного устаткування, додаткові ресурси, якість продукції);
- варіант використання газового потоку.

Методи очищення промислових викидів в атмосферу підрозділяються на три групи:

- механічні;
- фізико-хімічні;
- хімічні.

Вибір методу залежить від складу і об'єму викидів.

**Механічні методи** застосовуються для очищення викидів від пилу; при цьому вибір системи пиловловлювання вимагає обліку наступних чинників:

- концентрація пилу;
- розмір частинок;
- швидкість газового потоку;
- фізико-хімічні особливості пилу;
- наявність або відсутність водяної пари.

Існує два основні види пиловловлювання: **сухе і мокре**.

Очищення промислових викидів від пилу сухим методом здійснюється за допомогою:

- інерційного, гравітаційного і відцентрового осадження (жалюзійні сепаратори, пилоосаджувальні камери, циклони);
- фільтрації (рукавні, керамічні фільтри);

- електрофільтрації (електростатичні осаджувачі).

Принцип дії апаратів мокрого очищення промислових викидів (скрубєрів, барботажних апаратів, гідроциклонів) полягає в тому, що гази, які очищаються, проходять через завісу рідини, яка розпилюється, або барботуються через шар рідини; частинки пилу захоплюються краплями рідини і осідають разом з ними під дією механічних сил.

Метод сухого очищення вважається більш екологічним, оскільки дозволяє повернути виділений пил у виробничий процес (забезпечуються умови для безвідходного циклу). Крім того, не забруднюються стоки. Недоліком сухого очищення є забезпечення високого ступеня очищення при невеликій запыленій викидів.

Метод мокрого очищення газів вважається ефективнішим, проте і він не позбавлений недоліків:

- утворення шламів, що вимагає спеціальних систем його переробки (подорожчання процесу);
- винесення вологи в атмосферу і утворення відкладень у відвідних газоходах при охолодженні газів до температури точки роси;
- необхідність створення оборотних систем подачі води в пиловловлювач.

До фізико-хімічних методів очищення промислових викидів відносять: **абсорбцію** і **адсорбцію**.

Очищення газових викидом методом абсорбції полягає в розділенні газоповітряної суміші на складові шляхом поглинання газової домішки (абсорбату) рідким поглиначем (абсорбентом) з утворенням розчину. Наприклад, для видалення з технологічних викидів аміаку як поглинаюча рідина застосовують воду, оскільки в цьому середовищі аміак добре розчиняється.

Адсорбційний метод очищення газових викидів заснований на поверхневому поглинанні газових молекул твердими речовинами (адсорбентами) за рахунок міжмолекулярних сил. Як адсорбенти частіше всього застосовують активоване вугілля або силікагель.

Основою хімічних методів очищення є хімічне скріплення забруднюючих речовин.

Найпростіший метод – це **хемосорбція**, яка заснована на поглинанні газів твердими або рідкими поглиначами з утворенням мало летючих або малорозчинних хімічних сполук. Наприклад, очищення газоповітряної суміші від сірководню із застосуванням миш'яковолужного розчину.

До хімічних методів очищення викидів відносять також:

- пряме спалювання;
- термічне окислення;
- каталітичне окислення, відновлення і розділення.

## 4.2. Методи очищення промислових стічних вод

Основна причина забруднення водних об'єктів – це аварійне або технологічне скидання стічних вод.

Основними забруднювачами води є: нафта, фенол, органічні речовини, важкі метали, синтетичні поверхнево-активні речовини (ПАР), отрутохімікати тощо. Всього налічується до 150 тис. забруднювачів.

Всі забруднювачі води мають різний фазовий-дисперсний стан, що впливає на процес очищення. Ця ознака покладена в основу класифікації домішок в воді, запропоновану Л.А. Кульським.

Початковими принципами даної класифікації є:

- фазовий-дисперсна характеристика домішок, що визначає їх поведінку у водному середовищі;
- здатність домішок змінювати свій фазовий-дисперсний стан під впливом фізико-хімічних чинників (рН, сольовий склад, температура тощо).

Сутність класифікації домішок води, що створюють гомогенні і гетерогенні системи, полягає в їх розподілі на 4-і групи:

- 1. Грубодисперсні домішки**, які утворюють з водою суспензії, емульсії, а також мікроорганізми і планктон (розмір дисперсної фази  $10^{-3} - 10^{-5}$  см). Проявом присутності таких домішок є каламутність води. Вони знаходяться у воді в зваженому стані і ефективно віддаляються з неї під дією сил гравітації, адгезії, зв'язаного осадження.
- 2. Домішки колоїдного ступеня дисперсності** (розмір дисперсної фази  $10^{-5} - 10^{-6}$  см) - неорганічні і органічні речовини, високомолекулярні сполуки, віруси; впливають на окислення і кольоровість води. Ці домішки віддаляються шляхом коагуляції, сорбції, окислення.
- 3. Домішки молекулярного ступеня дисперсності** (розмір дисперсної фази  $10^{-6} - 10^{-7}$  см): гази, що розчинені у воді, і органічні речовини. Додають воді запахи і присмаки. Газоподібні речовини віддаляються за допомогою аерації; органічні – сорбцією і екстракцією.
- 4. Домішки іонного ступеня дисперсності** (розмір дисперсної фази  $10^{-7} - 10^{-8}$  см): соли, що дисоціюють у воді, кислоти, основи; обумовлюють мінералізацію, жорсткість, лужність або кислотність води. Віддаляються шляхом переведення з іонного в нерозчинний або малорозчинний стан, а також за допомогою методів іонної сорбції, електродіалізу, зворотного осмосу.

Стічні води – це дисперсна система, в якій **дисперсійним середовищем** є вода, **дисперсною фазою** – домішки.

Метод очищення стічних вод підбирається виходячи з фазово-

дисперсного стану домішок, а не з їх індивідуальної природи.

Для кожної групи домішок методи очищення базуються на процесах, що протікають під впливом сил, які найефективніше впливають на дану дисперсну систему. Так, для видалення зважених частинок використовується дія гравітаційних сил та сил адгезії; колоїдних і високомолекулярних сполук – сил адгезії та адсорбції; домішок у вигляді молекулярних розчинів – сил міжмолекулярної взаємодії; домішок іонного ступеня дисперсності – сили хімічної взаємодії.

Очищення стічних вод від грубо дисперсних домішок проводиться за допомогою **безреагентних** і **реагентних** методів.

До безреагентних (механічних) методів відносять: **проціджування, відстоювання, фільтрування, центрифугування.**

До реагентних (механо-хімічних) – **флотацію і коагуляцію.**

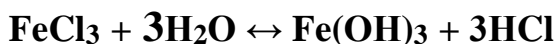
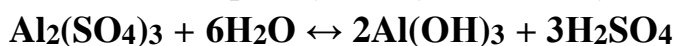
Це методи обробки стічних вод хімічними речовинами (флокулянтами, коагулянтами), які забезпечують повніше і більш швидке відділення зважених частинок від рідини.

У основі процесу флотації лежить явище молекулярного злипання дисперсних частинок з бульбашками повітря, якими штучно насичена вода. При спливанні повітряних бульбашок вони обволікають частинку, утворюючи агрегат, швидкість спливання якого збільшується.

Залежно від способу утворення бульбашок розрізняють: напірну, пінну, пневматичну, хімічну, біологічну та електрофлотацію.

Суть способу очищення стічних вод методом коагуляції полягає в гідролізі коагулянтів, що протікає з утворенням гідроксидів Al і Fe, які адсорбують дрібнодисперсні домішки і осідають з ними на дно відстійників.

Коагулянти – це солі сильних кислот і слабких основ; наприклад,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  або  $\text{FeCl}_3$ . Реакція гідролізу описується наступними формулами:



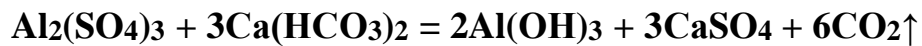
Процес гідролізу оборотний, тому обов'язковою умовою для його протікання у напрямку виділення гідроксидів Al і Fe є зв'язування кислоти, що утворюється, у сполуку, яка погано дисоціює, тобто не розчинюється.

У природних водах присутній гідрокарбонат кальцію  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , що має назву – «лужний резерв». Саме ця сполука перетворює кислоту, яка утворюється при гідролізі коагулянту, в вугільну кислоту, котра далі розкладається на вуглекислий газ та воду:



Загальний процес гідролізу у природній воді проходить за наступним

рівнянням реакції:



Для того, щоб збільшити лужний резерв, звичай провадять вапнування, тобто до води додають вапняне молоко, що нейтралізує кислоту, яка утворюється при гідролізі.

Коагуляція також використовується як метод очищення стічних вод від колоїдних домішок.

Для видалення із стічних вод органічних речовин молекулярного ступеня дисперсності (наприклад, фенолу, аніліну, хлорпохідних сполук) застосовують адсорбційне очищення активованим вугіллям.

Домішки іонного ступеню дисперсності видаляють, зв'язуючи іони у дрібно розчинені та слабодисоційовані сполуки відповідними хімічними реагентами, а також за допомогою іонообмінних смол або використовуючи методи дистиляції, виморожування, екстракції.

Взагалі всі методи очищення стічних вод поділяються на **механічні, фізико-хімічні та біологічні**.

До механічних методів відносять: відстоювання, фільтрування і відділення під дією відцентрових сил. Фізико-хімічні методи – це коагуляція, флотація, сорбція, екстракція, іонний обмін, нейтралізація, озонування, хлорування, випарування, електроліз, магнітна обробка тощо. Біологічні методи ґрунтуються на використанні діяльності різних мікроорганізмів і поділяються на аеробні, що здійснюються в присутності кисню, та анаеробні – без доступу кисню.

### 4.3. Методи переробки промислових відходів

На сьогоднішній день в Україні накопичено близько 28 млрд. т твердих відходів, які займають площу приблизно 160 тис. га.

Вирішення проблеми накопичення твердих відходів виробництва залежить від вірного вибору, підготовки і реалізації комплексу технічних і технологічних операцій, пов'язаних з переробкою і утилізацією промислових відходів з урахуванням реальної ринкової кон'юнктури, науково-технічного рівня технологій виробництва, комплексного використання сировини і способів переробки відходів.

Організація процесу переробки відходів виробництва спочатку передбачає уточнення ряду моментів, що стосуються:

- цільового призначення продукту, що отримують в результаті переробки відходів;
- методу переробки;
- місця, де слід здійснювати переробку відходів тощо.

Вибір місця переробки відходів проводиться, виходячи з того, до якої

групи відносяться утилізовані відходи:

- відходи, які доцільно переробляти по місцю їх утворення, тобто безпосередньо в цеху, де вони генеруються; в цьому випадку, з відходів витягується сировина, що не прореагувала, або проміжний продукт;
- відходи, які доцільно переробляти на централізованих загальнозаводських станціях;
- відходи, що вимагають переробки на спеціалізованих підприємствах.

Використання продуктів переробки відходів може відбуватися в 3-х напрямках:

- регенерована сировина, проміжні і побічні продукти повертаються у виробничий цикл;
- утилізована частина відходів переробляється в товарну продукцію;
- знешкоджувані відходи і відходи, що підлягають похованню, поступають в навколишнє середовище.

Утилізація твердих відходів виробництва приводить до необхідності або їх розділення на компоненти з подальшою переробкою сепарованих матеріалів різними методами, або додання їм певного вигляду, що забезпечує саму можливість утилізації відходів.

**Класифікація і сортування** – процеси, які застосовуються для розділення твердих відходів на фракції за крупністю і полягають в розсіванні зерен матеріалу, що переробляється, і їх подальшій сепарації під дією механічних сил (гравітаційно-інерційних, гравітаційно-відцентрових).

**Дроблення і помел** використовуються при необхідності отримання з кускових відходів зернових і дрібнодисперсних фракцій розміром 5 мм і менш. Ці процеси широко застосовуються для рекуперації твердих відходів, наприклад, при переробці відвалів розкривних порід, паливних і металургійних шлаків, відходів вуглезбагачення, деяких виробничих шлаків, піритових огарків, фосфогіпсу і ряду інших вторинних матеріальних ресурсів.

**Подрібнення**, разом з класифікацією і сортуванням, відносять до технологічних операцій підготовки твердих відходів для їх подальшої переробки, що є важливим етапом в технології рекуперації, оскільки інтенсивність і ефективність більшості хімічних дифузійних і біохімічних процесів зростають із зменшенням розмірів зерен матеріалів, що переробляються (відбувається збільшення поверхні контакту).

Разом з **методами зменшення** розмірів матеріалів і їх розділення на фракції, в технології рекуперації твердих відходів широко поширені методи, пов'язані з рішенням задач по **укрупненню** дрібнодисперсних частинок вторинних матеріальних ресурсів, які носять характер як самостійних, так і допоміжних операцій.

Методи **грудкування** об'єднують різні прийоми **гранулювання**,

**таблетування, брикетування і високотемпературної агломерації**, що застосовуються при переробці компонентів відвальних порід, які утворюються при здобичі більшості корисних копалини; хвостів збагачення вугілля та золи-віднесення ТЕС; у процесах утилізації фосфогіпсу в сільському господарстві і цементній промисловості; при підготовці до переплавки певної категорії відходів чорних і кольорових металів; утилізації пластмас, сажі, пилу і деревної дрібниці; обробці шлакових розплавів металургійних і феросплавних виробництв тощо.

У практиці рекуперації твердих промислових відходів (особливо мінеральних, таких, що містять чорні і кольорові метали, деяких паливних золів, сумішей пластмас, шлаків кольорової металургії та інших вторинних матеріальних ресурсів) використовують різні **методи збагачення**. Вони підрозділяються на: **гравітаційні, магнітні, електричні, флотаційні та спеціальні**.

**Гравітаційні методи** збагачення засновані на відмінності в швидкості осідання частинок різного розміру і щільності в рідкому або повітряному середовищах. Вони об'єднують:

- **збагачення відсаженням**, яке є процесом розділення мінеральних зерен по щільності під дією змінних по напрямку вертикальних струменів води (повітря);
- **збагачення у важких суспензіях і рідинах**, що полягає в розділенні матеріалів по щільності в гравітаційному або відцентровому полі в середовищі, щільність якого є проміжною між щільністю частинок, що розділяються;
- **збагачення в потоках**, які переміщуються по похилих поверхнях, що характеризується розділенням мінеральних частинок по щільності в тонкому шарі води, поточної по похилій площині, яка здійснює поворотно-поступальну ходу перпендикулярно напрямку руху води;
- **промивку** – процес, вживаний для руйнування і видалення глинистих, піщаних і інших мінеральних, а також органічних домішок з твердих відходів.

**Магнітне збагачення** використовується для відділення парамагнітних і феромагнітних компонентів сумішей твердих матеріалів від їх діамагнітних складових.

**Група методів електричного збагачення**, заснованого на відмінності електрофізичних властивостей матеріалів, що розділяються, включає сепарацію в електростатичному полі, полі коронного розряду, коронно-електростатичному полі та трибоадгезійну сепарацію.

За допомогою методів електричної сепарації здійснюється збагачення, класифікація і знепилювання рудної сировини і некондиційних продуктів в металургійних виробництвах чорних, кольорових і рідкісних



металів, а також ряду неметалічних матеріалів (тонко дисперсного кварцу, формувальних пісків, вапняку, піску для скляної промисловості і т.п.).

**Флотація** є процесом, заснованим на спливанні дисперсних частинок при обволіканні їх бульбашками повітря. Можливість утворення флотаційного комплексу «частинка-бульбашка», швидкість процесу і міцність зв'язку, тривалість існування комплексу залежать від природи частинок, характеру взаємодії реагентів з їх поверхнею і від здібності частинок до змочування водою. Розмір частинок, що добре флотуються, залежить від щільності матеріалу і не повинен перевищувати 0,5 мм. На практиці найбільш поширеною є пінна флотація.

Разом з вище описаними способами збагачення, при переробці твердих відходів виробництва у ряді випадків застосовують такі методи збагачення як **флотогравітація, радіометрична сепарація** тощо.

Багато процесів утилізації твердих промислових відходів засновано на використанні фізико-хімічного виділення компонентів за участю рідкої фази; до них прийнято відносити **вилуговування, розчинення і кристалізацію** матеріалів, що переробляються.

**Вилуговування або екстрагування** широко застосовується в практиці переробки відвалів гірничодобувної промисловості, ряду металургійних і паливних шлаків, піритових огарків, деревинних і інших вторинних матеріальних ресурсів. Метод заснований на витяганні одного або декількох компонентів з комплексного матеріалу шляхом його або їх виборчого розчинення в рідині-екстрагенті. Залежно від характеру фізико-хімічних процесів, які протікають при екстрагуванні, розрізняють просте розчинення і вилуговування з хімічною реакцією. У першому випадку цільовий компонент витягується в розчин у складі присутньої в початковому матеріалі сполуки, в другому – цільовий компонент, що знаходиться у складі малорозчинної сполуки, переходить в добре розчинну форму.

**Розчинення**, як метод переробки твердих промислових відходів, полягає в реалізації гетерогенної взаємодії між рідиною і твердою речовиною, яка супроводжується переходом останньої в розчин.

Виділення твердої фази у вигляді кристалів з насичених розчинів, розплавів або пари, тобто **кристалізація**, також як розчинення, застосовується при переробці твердих промислових відходів, наприклад, глинисто-сольових шлаків.

Ще одним методом переробки твердих промислових відходів є **змішування**, призначення якого полягає в усереднюванні складу дисперсних відходів, приготуванні на їх основі багатокомпонентних сумішей шихтових матеріалів і отриманні різних мас, що забезпечують можливість переробки вторинних матеріальних ресурсів в товарні

продукти.

У технології переробки промислових відходів іноді використовують і інші методи, пов'язані з операціями по обробці пульпи (**згущування, фільтрування**) або із спеціальними прийомами обробки, як самих відходів, так і отримуваних з них матеріалів (наприклад, ущільнення, осклування тощо).

У системі технологій поводження з твердими промисловими відходами особливо слід виділити підсистему методів, вживаних для знешкодження, утилізації і поховання токсичних відходів, яка включає **термічні методи і методи іммобілізації**.

**Термічні методи**, засновані на тепловій дії, при якій відбувається окислення або газифікація горючих компонентів, термічне розкладання або відновлення деяких шкідливих речовин з утворенням нешкідливих або менш шкідливих, використовуються для знешкодження багатьох твердих токсичних відходів на органічній основі. До термічних методів відносяться: **вогняний метод, газифікація і піроліз** відходів.

Найбільш універсальним і ефективним вважається **метод вогняного знешкодження і переробки твердих відходів**, суть якого полягає в спалюванні горючих відходів або вогняній обробці негорючих відходів високотемпературними продуктами згорання палива (1200 – 1300 °С); при цьому токсичні компоненти відходів піддаються окисленню, термічному розкладанню і іншим хімічним перетворенням з утворенням інертних газів і твердих залишків (оксидів металів, солей). Підтримка певного режиму процесу спалювання забезпечує можливість повної трансформації органічних і неорганічних речовин, що окислюються, в нетоксичні продукти, що обумовлює високу санітарно-гігієнічну ефективність вогняного методу.

При використанні **методу газифікації** з твердих відходів, що переробляються, отримують горючий газ, смолу і шлак. В порівнянні з вогняним методом метод газифікації відходів має ряд переваг:

- отримувані горючі гази можуть бути використані як енергетичне або технологічне паливо;
- смола може застосовуватися як хімічне або рідке паливо;
- скорочуються викиди золи і сірчистих сполук в атмосферне повітря.

Проте метод газифікації відходів застосовний обмежено, унаслідок того, що переробці їм підлягають тільки роздрібнювані, сипкі і газопроникні відходи.

**Піроліз** відходів заснований на розкладанні при високих температурах складних органічних сполук на простіші. Для знешкодження твердих токсичних відходів використовують як низько-, так і високотемпературний піроліз. При високотемпературному піролізі (більше

1600 °C) всі компоненти відходів, що не згорають, перетворюються на шлак, який гранулюється і використовується в дорожньому будівництві як заповнювач.

**Імобілізація** токсичних відходів заснована на закріпленні, фіксації або хімічному скріпленні екологічно небезпечних речовин, присутніх в промислових відходах; для цього відходи піддаються обробці спеціальними сумішами, в процесі якої відбувається:

- хімічне перетворення шкідливих речовин в нетоксичні сполуки;
- скріплення токсичних відходів в міцні нерозчинні штучні утворення (гранули, моноліти тощо).

Залежно від фізико-хімічних характеристик токсичних відходів застосовуються наступні методи імобілізації: **компактування, локалізація, депонування.**

**Компактування** токсичних відходів полягає в їх скріпленні за допомогою різних сумішей в штучні утворення, що характеризуються достатньо високою стійкістю і непроникністю; така операція практично виключає їх шкідливу дію на навколишнє середовище. Як зв'язуючі матеріали застосовують: термопластичні (бітумні), термореактивні (полімерні) і неорганічні (цементні) складові. Отримані методом компактування штучні гранули або депонуються в різні бар'єрні системи (моноліти, ємкості тощо), або використовуються при виробництві крупних залізобетонних виробів (дорожніх, мостових конструкцій).

Не дивлячись на ряд недоліків, компактування залишається найбільш дешевим і доступним способом знешкодження і поховання токсичних і радіоактивних відходів, а при використанні органо-мінеральних в'язучих сумішей контактного твердіння дозволяє утилізувати токсичні відходи безпосередньо на підприємствах, що їх утворюють, тобто робить виробництво практично безвідходним.

Вибір технічного рішення про поховання або утилізацію токсичних відходів пов'язаний з тим, що достатньо часто відходи містять в значних кількостях цінні компоненти; у зв'язку з цим, поховання екологічно небезпечних твердих промислових відходів не завжди доцільно, не дивлячись на відсутність технології, здатної забезпечити їх утилізацію. У таких випадках вдаються до **локалізації відходів.**

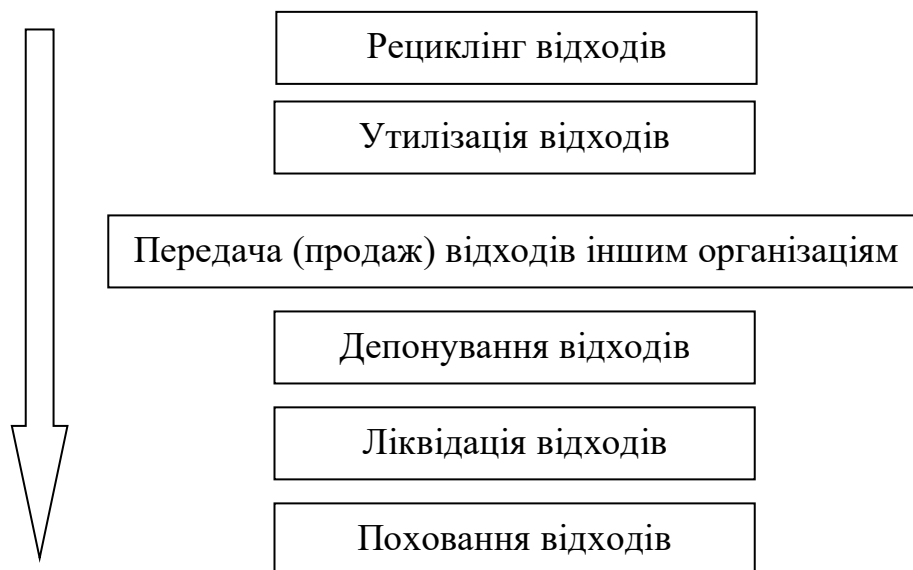
Суть **методу локалізації** полягає в обробці відходів спеціальними реактивами з метою переведення токсичних складових в безпечніші сполуки. Надалі, оброблені відходи можна зберігати або транспортувати до місць їх переробки без шкоди для навколишнього середовища.

Одним з найбільш простих і надійних способів знешкодження і поховання твердих токсичних відходів вважається їх **депонування** при виробництві будівельних матеріалів (бетонів, скла, кераміки тощо).

Метод полягає у введенні токсичних відходів в сировинну суміш будматеріалів; при цьому, в результаті фізико-хімічних процесів, що відбуваються при твердінні токсичні складові відходів «затискаються» в будівельному конгломераті. Частка токсичних відходів, що депонуються в будматеріалах, визначається з урахуванням забезпечення максимальної екологічної безпеки експлуатованих виробів і їх фізико-хімічних характеристик. Звичайна кількість депонованих токсичних відходів не перевищує 5%; проте, спеціальні види речовин-зв'язувачів дозволяють збільшити цей показник і забезпечити утилізацію і поховання токсичних відходів, а також забруднених ґрунтів, шляхом виробництва шлако-лугових бетонів.

Не дивлячись на різноманіття існуючих методів утилізації, знешкодження і поховання твердих промислових відходів, організаційний механізм поводження з ними передбачає (залежно від виду відходів) визначення пріоритетного напрямку їх переробки.

Ряд ранжирування основних напрямків поводження з твердими промисловими відходами по ступеню їх господарського ефекту показаний на рис. 4.1.



**Рис. 4.1. Пріоритетний ряд основних напрямків поводження з твердими промисловими відходами**

Вибір варіанту переробки твердих промислових відходів базується на виконанні ряду умов:

- прийнятність технологій поводження з відходами нормативним і правовим актам;

- практична здійсненність;
- забезпечення мінімальних або нормативно обумовлених екологічних ризиків;
- конкурентоспроможність за фінансовими, енергетичними і матеріальними витратами;
- доступність устаткування і матеріалів;
- наявність реальне фінансування.

Як критерії оптимальності варіанту технологічного рішення можуть бути розглянуті наступні:

- **можливість здійснення** - технологічна доступність, прийнятна вартість, забезпеченість виробничими площами;
- **сумісність** - ступінь адаптованості до існуючого устаткування; вписування в територіальне планування; не протириччя затвердженим програмам і проектам;
- **надійність** - стійке функціонування; запас міцності при досягненні критичних навантажень; мінімум можливих відмов; висока кваліфікація персоналу;
- **екологічність** - відсутність вторинних потоків; мінімальний вплив на навколишнє середовище, здоров'я людей тощо;
- **енерговитратність** - мінімальні енерговитрати, обумовлені всіма складовими технологічного процесу;
- **економічність** - максимум співвідношення «результат – витрати».

### ***Контрольні питання***

1. *Якими є методи очищення промислових викидів в атмосферне повітря?*
2. *Чим відрізняються методи сухого та мокрого пиловловлення?*
3. *В чому сутність класифікації забруднень води, що розроблена Л.А. Кульським?*
4. *Від якого виду забруднень та яким чином здійснюється очищення стічних вод методом коагуляції?*
5. *В чому полягає сутність методів збагачення?*
6. *Що є принциповим при організації процесу переробки твердих промислових відходів?*
7. *До яких виробничих відходів застосовуються методи іммобілізації?*
8. *Який вигляд має пріоритетний ряд основних напрямків поводження з твердими відходами виробництва?*

## **5. ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ ПРИРОДООХОРОННИХ ПРОЕКТІВ**

### **5.1. Чистий економічний ефект природоохоронних заходів**

Визначення чистого економічного ефекту природоохоронних заходів приводиться з метою:

- техніко-економічного обґрунтування вибору найкращих варіантів природоохоронних заходів, що розрізняються між собою за впливом на довкілля, а також по дії на виробничі результати суб'єктів господарювання, які здійснюють ці заходи;
- економічної оцінки природоохоронних заходів, що фактично здійснюються.

Визначення чистого економічного ефекту природоохоронних заходів базується на співвідношенні витрат на їх здійснення з економічним результатом, який досягнутий завдяки цим заходам. Поняття «чистий економічний ефект» на відміну від «повного економічного ефекту» орієнтовано на річні господарські результати діяльності підприємства, що реалізує природоохоронні заходи.

Слід розрізнити визначення фактичного чистого економічного ефекту природоохоронних заходів та того, що очікується. Фактичний економічний ефект визначається для вже здійснених заходів (за одним варіантом) на підставі співвідношення фактичних витрат і досягнутого економічного результату. Чистий економічний ефект, що очікується, визначається на етапах формування планів розробки, проектування, створення та освоєння нової природоохоронної техніки з метою вибору варіанту заходів, які мають забезпечити досягнення максимальної величини чистого економічного ефекту при дотриманні встановлених вимог щодо якості навколишнього середовища та виділених на розробку ресурсів.

При наявності технічної можливості запобігання утворення або утилізації відходів одноцільові заходи обов'язково мають бути порівняні за економічним ефектом з багатоцільовими заходами, які передбачають утилізацію цінних речовин. При цьому у складі витрат за багатоцільовими заходами потрібно враховувати витрати на:

- підтримку матеріально-технічної бази для підготовки та обробки відходів;
- експлуатацію спеціалізованих ділянок, цехів, підприємств з переробки відходів;
- спорудження та обладнання місць для складання або поховання не утилізованих відходів, які забезпечують повне дотримання

природоохоронних вимог.

Показники витрат і результатів природоохоронних заходів визначаються пристосовано до першого року після закінчення нормативного (запланованого) терміну освоєння виробничої потужності природоохоронних об'єктів. Витрати, результати та ефект розраховуються в річному численні.

Економічний результат природоохоронних заходів  $P$  відбивається у величині відвернутого завдяки цим заходам річного економічного збитку від забруднення середовища  $Y$  (для одноцільових природоохоронних заходів) або в сумі величин відвернутого річного економічного збитку та річного приросту доходу (додаткового доходу) внаслідок покращення виробничих результатів підприємства  $D$  (для багатоцільових природоохоронних заходів), тобто:

$$P = Y + D$$

Визначення річного приросту доходу від покращення виробничих результатів внаслідок проведення багатоцільового природоохоронного заходу здійснюється за наступною формулою:

$$D = \sum_i q_i \cdot z_i - q_{i0} \cdot z_i$$

де  $q_{i0}$  і  $q_i$  - кількість товарної продукції  $i$ -го виду, що виробляється до і після здійснення заходу відповідно;

$z_i$ - собівартість (оптова ціна) одиниці продукції.

Оцінка продукції, додатково одержаної в результаті запобігання утворення відходів або їх утилізації, здійснюється за замкненим цінам на аналогічну продукцію, яка виробляється з первинної сировини.

Оцінка найкращого з варіантів природоохоронних заходів здійснюється за формулою:

$$R = P - Z \rightarrow \max$$

де  $Z$  – річні витрати на здійснення природоохоронних заходів.

## 5.2. Оцінка варіантів очищення промислових викидів в атмосферу

Інтегральними економічними характеристиками способу очищення промислових викидів в атмосферу є:

- коефіцієнт очищення газового потоку;
- продуктивність;
- економічність (кількість уловлених забруднюючих речовин на одиницю витрат);
- ефективність.

**Коефіцієнт очищення газового потоку** розраховують по окремих елементах

$$\text{КОГ}_i = \frac{C_{i0} - C_i}{C_i}$$

або по потоку в цілому

$$\text{КОГ} = \frac{\sum_i (C_{i0} - C_i) \cdot A_i}{\sum_i C_{i0} \cdot A_i}$$

де  $C_{i0}$  та  $C_i$  – концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини до і після очищення газового потоку відповідно;  $A_i$  – показник відносної небезпеки  $i$ -ої забруднюючої речовини.

**Продуктивність способу очищення** газового потоку – це об'єм газу, що проходить очищення в одиницю часу і вимірюється в м<sup>3</sup>/сек; м<sup>3</sup>/хвил. або м<sup>3</sup>/годин.).

Коефіцієнт очищення газового потоку залежить від продуктивності; звичайно підвищення продуктивності призводить до зниження КОГ.

**Економічність очищення** – це співвідношення результату і витрат на одиницю об'єму газового потоку:

$$E = \frac{\sum_i (C_{i0} - C_i) \cdot A_i \cdot \gamma}{\sum_k \Pi_k d_k + \frac{\sum_j \Pi_j \cdot \Delta r_j}{V}}$$

де  $\gamma$  - питомий збиток від викидів в атмосферу, грн./ум.т;

$V$  – об'єм газового потоку на одиницю продукції;

$d_k$  – витрата  $k$ -го виду ресурсу при експлуатації очисного устаткування;

$\Pi_k$  – ціна  $k$ -го виду ресурсу при експлуатації очисного устаткування;

$\Delta r_j$  – додаткова витрата ресурсів на одиницю продукції, що залучаються до основного процесу;

$\Pi_j$  – ціна ресурсів, що додатково залучаються.

За результат приймають натуральну або вартісну оцінку уловлених речовин.

Витрати за способом очищення складаються з витрат на експлуатацію устаткування з розрахунку на одиницю об'єму газу і зміни витрат в основному виробництві при використанні очисного устаткування.

Якщо застосування очищення знижує продуктивність основного процесу, то економічність способу обчислюють на одиницю продукції:



$$E = \frac{\sum_i (C_{i0} - C_i) \cdot A_i \cdot \gamma \cdot V}{\sum_k \Pi_k \cdot d_k \cdot V + \Delta p}$$

де  $\Delta p$  – зниження прибутку в основному виробництві на одиницю продукції.

**Ефективність способу очищення** – інтегральна оцінка, що обчислюється за формулою:

$$E_{\Phi} = \frac{\sum_t (F_t - \Phi_t - \Delta P_t) \cdot \alpha_t}{K}$$

де  $F_t$  – виручка від реалізації матеріалів, що утилізували, і зниження плати за викиди або екологічного збитку за рік  $t$ ;

$\Phi_t$  – витрати на експлуатацію системи очищення за рік  $t$ ;

$\Delta P_t$  – зниження прибутку в основному виробництві за рік  $t$ ;

$\alpha_t$  – коефіцієнт приведення різночасних витрат;

$K$  – одноразові витрати на установку і пуск системи очищення.

### 5.3. Оцінка варіантів очищення стічних вод

Для оцінки метода очищення стічних вод використовують такі показники:

- коефіцієнт очищення;
- продуктивність процесу;
- економічність;
- ефективність.

**Коефіцієнт очищення** – це функція показника якості води (температури, вмісту зважених або розчинених речовин, рН, жорсткості), тобто:

$$KOB = f(T, d, R, pH, y)$$

Коефіцієнт очищення стічних вод від  $i$ -ої забруднюючої речовини визначається за формулою:

$$KOB_i = \frac{C_{i0} - C_i}{C_i}$$

Сумарний коефіцієнт очищення стічних вод за всіма забруднюючими агентами:

$$KOB = \frac{\sum_i (C_{i0} - C_i) \cdot A_i}{\sum_i C_{i0} \cdot A_i}$$

де  $C_{i0}$  та  $C_i$  – концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини до і після

очищення стічних вод відповідно;  $A_i$  – показник відносної небезпеки  $i$ -ої забруднюючої речовини.

**Продуктивність методу очищення** стічних вод – це витрати забрудненої води, що проходить очищення в одиницю часу і вимірюється в  $\text{м}^3/\text{сек}$ ;  $\text{м}^3/\text{хвил.}$  або  $\text{м}^3/\text{годин.}$ ).

**Економічність очищення** визначають за співвідношенням:

$$E = \frac{\sum_i (C_{i0} - C_i) \cdot A_i \cdot \gamma}{\sum_k C_k d_k + \frac{\sum_j C_j \cdot \Delta r_j}{V}}$$

де  $\gamma$  - питомий вартісний норматив на одиницю забруднень, грн./ум.т;

$V$  – об'єм стічних вод, що очищуються;

$C_k$  і  $d_k$  – ціна та витрата  $k$ -го виду ресурсу, що використовується при очищенні стічних вод;

$C_j$  і  $\Delta r_j$  – ціна і витрата додаткових ресурсів на одиницю продукції, що залучаються до основного процесу в зв'язку з очищенням стічних вод.

**Ефективність способу очищення** стічних вод визначається за формулою:

$$E_{\phi} = \frac{\sum_t (F_t - \Phi_t - \Delta P_t) \cdot \alpha_t}{K}$$

де  $F_t$  – виручка від реалізації утилізованих осадків стічних вод, зниження плати за скиди або відвернутий екологічний збиток за рік  $t$ ;

$\Phi_t$  – витрати на експлуатацію системи очищення за рік  $t$ ;

$\Delta P_t$  – зниження прибутку в основному виробництві за рік  $t$ ;

$\alpha_t$  – коефіцієнт приведення різночасних витрат;

$K$  – одноразові витрати на установку і пуск системи очищення.

#### 5.4. Оцінка варіантів переробки відходів

Не дивлячись на багато критеріїв оцінки, вибір способу переробки твердих промислових відходів здійснюється, ґрунтуючись, в першу чергу, на організаційно-економічних показниках, до яких відносяться:

- коефіцієнт зміни фізичного стану відходів;
- коефіцієнт зміни хімічного складу;
- продуктивність способу поводження з відходами;
- економічність методу;
- характеристики відчуження території;

- рівень повернення відходів;
- ефективність технології переробки відходів.

**Коефіцієнт зміни фізичного стану** відходів визначається співвідношенням:

$$K_{\Phi i} = \frac{d_{i0}}{d_i}$$

де  $d_{i0}$  і  $d_i$  – показники фізичного стану відходів  $i$ -го виду (маса, щільність тощо) до і після процесу переробки.

**Коефіцієнт зміни хімічного складу** відходів розраховується по наступній формулі:

$$K_{X_i} = \frac{m_{i0} - m_i}{m_{i0}}$$

де  $m_{i0}$  і  $m_i$  – показники хімічного складу відходів  $i$ -го виду (концентрація домішок, зміст елементів тощо) до і після процесу переробки.

**Продуктивність методу** переробки відходів характеризується кількістю відходів, перероблених в одиницю часу (т/годину, т/рік).

**Економічність способу** утилізації твердих промислових відходів виражається відношенням отриманого результату (кількості перероблених відходів у вартісному або натуральному виразі) до величини витрат, що доводяться на 1 т перероблених відходів, тобто

$$E = \frac{M_i}{\sum_k C_k d_k}$$

де  $M_i$  - маса відходів  $i$ -го виду, що переробляються за рік, т/год;

$C_k$  і  $d_k$  - ціна і витрата ресурсів  $k$ -го вигляду з розрахунку на 1 т відходів, що переробляються, грн./т.

**Відчуження території** в результаті впровадження технології утилізації відходів оцінюється трьома параметрами:

- площею відчужуваної території;
- терміном вилучення території з користування;
- витратами на рекультивацію.

На практиці розрізняють два види відчужуваної території: 1) площа, виділена під розміщення устаткування, вживаного в процесах переробки відходів; 2) територія, відчужувана для тривалого зберігання (поховання) відходів. У зв'язку з цим, визначають:

- **коефіцієнт відчуження території для розміщення устаткування:**

$$K_{ТУСТ} = \frac{S}{q}$$

де  $S$  – площа відчужуваної території, м<sup>2</sup>;

$q$  – річна продуктивність устаткування, т/год.

- коефіцієнт відчуження території для зберігання відходів:

$$K_{ТЗБ} = \frac{S \cdot T}{M_i}$$

де  $T$  – період часу, на який відчужується територія, рік;

$M_i$  – кількість відходів  $i$ -го виду, що підлягають зберіганню (похованню), т.

**Рівень повернення відходів** визначається можливістю їх залучення до переробки; дана характеристика оцінюється двома показниками:

- коефіцієнтом корисного використання відходів:

$$K_{KB_i} = \frac{M_i - M_i^*}{M_i}$$

де  $M_i$  – кількість відходів  $i$ -го виду після переробки;

$M_i^*$  – кількість відходів  $i$ -го виду, похованих або безповоротно втрачених.

- коефіцієнтом технологічної цінності відходів, який характеризується співвідношенням витрат на виробництво продукції з відходів до витрат на виробництво аналогічної продукції з первинної сировини:

$$K_{ТЦ_i} = \frac{\sum_k \Pi_{k_i} \cdot d_{k_i}}{\sum_r \Pi_r \cdot d_r}$$

де  $\Pi_{k_i}$  і  $d_{k_i}$  – ціна і витрата ресурсів  $k$ -го вигляду на виробництво одиниці продукції з відходів  $i$ -го виду;

$\Pi_r$  і  $d_r$  – ціна і витрата ресурсів  $r$ -го вигляду на виробництво аналога з первинної сировини.

**Ефективність способу** (технології) переробки твердих промислових відходів в загальному вигляді визначається співвідношенням:

$$E_{\Phi} = \frac{W_t - \Phi_t - \Delta P_t}{K}$$

де  $W_t$  – річний дохід від впровадження технології переробки відходів;

$\Phi_t$  - витрати, пов'язані з переробкою відходів в  $t$ -м році;

$\Delta P_t$  - втрати прибутку в основному виробництві в  $t$ -м році;

$K$  - капітальні вкладення, пов'язані з реалізацією технології переробки відходів.

В умовах ринкової економіки, при повній господарській самостійності і самофінансуванні суб'єктів підприємницької діяльності,

кінцевим результатом інновацій, що проводяться, у тому числі і природоохоронних, є кількісна оцінка їх комерційної ефективності, яка здійснюється на основі наступних показників:

- **чистого дисконтованого доходу NPV**, який визначається сумою поточних ефектів за весь розрахунковий період, приведеною до початкового моменту:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{R_t}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E)^t}$$

де  $R_t$  - ефект, що досягнутий в  $t$ -му році;

$K_t$  – капіталовкладення в  $t$ -му році;

$T$  – тривалість розрахункового періоду;  $E$  – норма дисконту.

В разі однотермінових капіталовкладень **NPV** розраховується за наступною формулою:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{R_t}{(1+E)^t} - K_0$$

- **індексу прибутковості PI** або співвідношення суми приведених ефектів до величини капіталовкладень:

$$PI = \sum_{t=0}^T \frac{R_t}{(1+E)^t} \cdot \frac{1}{K_0}$$

- **внутрішньої норми прибутковості IRR**, що характеризує інтенсивність повернення коштів, які витрачаються, протягом розрахункового періоду; цей показник еквівалентний дисконтній ставці  $E$ , при якій величина приведених ефектів дорівнює приведеним капіталовкладенням, тобто:

$$IRR = E \quad \sum_{t=0}^T \frac{R_t}{(1+E)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E)^t}$$

Ефект, одержаний на кожному кроці розрахунку, можна визначати, користуючись формулою:

$$R_t = W_t - \Phi_t - F_t$$

де  $W_t$  – доход, одержаний в результаті здійснення природоохоронного заходу в  $t$ -му році;

$\Phi_t$  – поточні витрати, обумовлені здійсненням природоохоронного заходу в  $t$ -му році;

$F_t$  – податкові платежі, пов'язані з реалізацією природоохоронного заходу.

### ***Контрольні питання***

- 1. З якою метою визначається чистий економічний ефект природоохоронних заходів?*
- 2. Як визначається річний приріст доходу від покращення виробничих результатів внаслідок проведення багатоцільових природоохоронних заходів?*
- 3. Які показники використовуються при оцінці варіанту очищення промислових викидів в атмосферне повітря?*
- 4. За якими показниками визначається найкращий метод очищення стічних вод?*
- 5. На підставі яких показників можна оцінювати способи переробки твердих промислових відходів?*

## 6. КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

### 6.1. Завдання та напрямки екологізації виробництва

Основним підходом щодо вирішення проблеми зниження рівня негативних дій існуючих виробництв на навколишнє середовище є їх оснащення додатковими спорудами і пристроями, які знижують викиди шкідливих речовин, але не зачіпають основні технологічні процеси.

Очисні споруди можуть розташовуватися в різних точках технологічного ланцюжка виробництва на будь-якому етапі формування забруднень (на вході, виході і в проміжній ланці).

Різноманіття існуючих виробництв, в яких утворюються забруднення, веде до використання різних схем, систем, пристроїв і установок для вирішення завдання зниження рівня впливу на довкілля.

Проте у багатьох випадках використання складних і дорогих методів очищення викидів не забезпечує необхідного зниження рівня впливу на навколишнє середовище. Отже радикальним підходом до вирішення даної проблеми є:

- вдосконалення існуючих технологій виробництва;
- розробка і впровадження нових технологічних процесів, що забезпечують екологізацію виробництва.

Поняття «екологізація суспільного виробництва» було введене в науковий ужиток порівняно недавно і має неоднозначне тлумачення.

Наприклад, екологізація взагалі визначається як об'єктивно обумовлений процес перетворення всієї суспільної праці, направлений на збереження і розвиток суспільно-економічних функцій природи.

Під **екологізацію** виробництва розуміється сукупність всіх видів господарської діяльності, які забезпечують зниження негативної екологічної дії виробництва і запобігання порушенню екологічної рівноваги в природному середовищі. Вона може здійснюватися по таких напрямках:

- природозберігаюча раціоналізація господарської діяльності, яка направлена на вдосконалення матеріального виробництва і невиробничої сфери;
- природоохоронна діяльність;
- екологічна орієнтація розміщення виробництва.

Екологізація виробництва розглядається також з погляду вирішення еколого-економічних протиріч взаємодії суспільства і природи.

Одним з напрямів вирішення таких протиріч є кардинальне перетворення існуючого технологічного способу виробництва. Йдеться про такий спосіб організації виробничих процесів, коли при **мінімальних**

**витратах** живої і упредметненої праці і **мінімальній шкоді** природним зв'язкам досягається **максимальне збереження** навколишнього середовища, екологічна рівновага.

Розрізняють наступні передумови екологізації чинників виробництва:

- **соціальні**, які виникають тоді, коли соціальні інтереси, культурний рівень і особисті бажання людей сприяють виникненню екологічних потреб (передумови «необхідності»);
- **економічні**, такі, що формуються тоді, коли в економічній системі створюються умови і організаційні механізми, що забезпечують для виробника економічну вигідність процесів екологізації (передумови «ефективності»);
- **технологічні**, такі, що виникають тоді, коли у виробничій системі накопичуються достатні технічні засоби реалізації екологічних потреб (передумови «здійсненності»).

Економічні і технологічні передумови формують групу «передумов достатності».

Розвиток екологічно обумовленої виробничої системи безпосередньо пов'язаний з розвитком екологічного попиту.

Екологізація виробництва як процес, що трансформується в часі, включає наступні стадії (етапи):

- розвиток екологічного устаткування (бум очисних споруд) – 70-і роки 20-го сторіччя;
- екологічно обумовлене вдосконалення технологій (застосування мало відхідних технологій) – 80-і роки;
- підвищення ефективності складових життєвого циклу виробів і послуг (період тотальної ефективності) – 90-і роки;
- екологізація стилю життя (виробництво товарів, обслуговуючих принципово новий, екологічно щадний стиль життя) – теперішній час.

Післявоєнна індустріалізація привела до глибокої екологічної кризи, яка була усвідомлена в 60-і роки і викликав адекватну реакцію суспільства. Хвиля «зеленого» руху примусило суспільство мобілізувати максимум матеріальних і фінансових ресурсів на запобігання або компенсацію негативних екологічних наслідків, які породила виробнича система.

До середини 70-х років вдалося добитися деякого пом'якшення екологічної ситуації в розвинених країнах шляхом масового застосування очисного устаткування. Разом з тим, ставало все більш очевидним непомірна ціна, яку вимушено було оплачувати суспільство за порівняно скромні екологічні перемоги. Вартість очисного устаткування ставала порівняною з витратами в основне виробниче устаткування.

Очисні споруди не тільки не могли корінним чином вирішити



екологічну проблему, переводячи один вид забруднень в іншій (уловлені забруднюючі речовини потрібно кудись дівати), але і самі вимагали витрат значної кількості матеріальних і енергетичних ресурсів, виробництво яких знову-таки вело до екологічної деструкції.

Такого непосильного тягаря економіки навіть багатих країн довго витримати не могли, і до кінця 70-х років на зміну тактиці «кінець труби» стала приходити тактика «впровадження маловідхідних технологій», що дозволило понизити потребу в очисних спорудах і одночасно підвищити ефективність використання виробничих систем.

Саме тому частка екологічних витрат в загальному об'ємі виробничих витрат в 80-і роки стала скорочуватися: вони просто були вже не потрібні.

Першим етапом екологізації технологій стало вдосконалення очисного устаткування, підвищення його якості і надійності, різке зниження вартості.

Далі справа дійшла і безпосередньо до технологічних процесів. У екологічних програмах розвинені країни перейшли від боротьби за очисні споруди до боротьби проти необхідності очисних споруд.

На підприємствах ставилося завдання перетворення виробничого процесу в екологічно чистий, такий, що різко зменшує кількість відходів. Увага приділялася розробці і випуску екологічно чистих товарів, які після використання не ставали б забруднювачами довкілля.

Цифри показують різкий стрибок природоохоронних витрат в період «буму» очисних споруд і не менш стрімкий їх відтік при переході до маловідхідних технологій. Вдосконалення технологічного рівня в 80-і роки дозволило не тільки значно поліпшити екологічну ситуацію в більшості розвинених країн, але і різко понизити прес екологічних витрат на економіку.

На початку 90-х років створюються передумови для нового етапу НТП в області екологізації. Основна особливість цього етапу – «підвищення ефективності».

Новий підхід до вирішення екологічних проблем шляхом революційного підвищення ефективності систем життєзабезпечення людського суспільства в 1995 році був запропонований авторами доповіді «Чинник чотири. Подвоєння багатства, двократна економія ресурсів».

Основна думка авторів простежувалася на прикладі:

«Зниження в 2 рази питомого споживання автомобілем палива (на 100 км) дозволяє в 2 рази підвищити рівень споживання за рахунок заощаджених енергоресурсів. Це і дає четвертий (чинник чотири) результат».

Розвиток сфери виробництва екологічно чистих товарів і послуг

важливий не тільки в екологічному аспекті; воно стає високорентабельною сферою економічної діяльності, формуючи один з найбільш прибуткових видів підприємництва.

## 6.2. Оптимізація споживання ресурсів

**Оптимізація** – визначення значень показників, при яких досягається оптимум, тобто якнайкращий стан системи.

Найчастіше оптимуму відповідає досягнення **найвищого результату** при **даних витратах** ресурсів або досягнення **заданого результату** при **мінімальних ресурсних витратах**.

**Оптимізація** – це отримання максимуму можливого при мінімумі зусиль (витрат).

Оптимізація споживання ресурсів повинна забезпечити підвищення коефіцієнта екологічної дії за рахунок зниження рівня їх споживання і сумарних негативних дій на навколишнє середовище.

**Коефіцієнт екологічної дії** – критерій екологічності виробництва, який дозволяє оцінити ступінь досконалості технології з погляду взаємодії з навколишнім середовищем. Фактично - це частка корисного використання ресурсу. Визначається таким чином:

$$K = V_T / V_f \quad \text{або} \quad K = X_T / X_f$$

де  $V_T$  – теоретична дія, необхідна для виробництва;

$V_f$  – фактична дія виробництва;

$X_T$  – теоретично необхідні витрати ресурсу для виробництва одиниці продукції;

$X_f$  – фактичні витрати ресурсу.

Максимальне значення к.е.д., рівне 1, визначається умовою  $V_T = V_f$ , тобто означає, що фактична дія відповідає теоретично необхідному рівню.

Приватними варіантами завдання оптимізації споживання природних ресурсів є зниження рівня споживання сировини, палива і енергії на одиницю продукції, тобто зменшення **природоємності** виробництва - важливого показника ефективності функціонування природно-ресурсної системи, який якнайповніше характеризує тип і рівень еколого-економічного розвитку.

**Природоємність** залежить від ефективності використання природних ресурсів у всьому ланцюзі, що сполучає первинні ресурси, продукцію, що отримують на їх основі, і безпосередньо кінцеві стадії технологічних процесів, пов'язаних з перетворенням природної речовини.

Розрізняють два типи (рівня) показників природоємності:

- макрорівень (рівень всієї економіки);
- продуктовий, галузевий рівень.

До першого рівня відносять показники природоємності, що відображають макроекономічні показники: витрати природних ресурсів на одиницю ВВП, національного доходу тощо. Вимірюються такі показники у вартісній або натурально-вартісній формі.

Показники природоємності продуктового рівня визначаються за витратами природних ресурсів з розрахунку на одиницю кінцевої продукції (наприклад, кількість лісу, необхідна для виробництва 1 т паперу).

Фактично - це оцінка ефективності функціонування **природно-продуктової вертикалі**, що поєднує природні ресурси з кінцевою продукцією.

Чим менше цей показник, тим ефективніше процес перетворення природної речовини в продукцію, менше відходи і забруднення довкілля.

Порівнюючи природоємність, України з іншими країнами видно, що енергоємність одиниці кінцевої вітчизняної продукції в 11 разів вища, ніж в Японії, в 7 разів - в порівнянні з Німеччиною, в 1,6 разу - в порівнянні з Індією. Висока природоємність характерна для екстенсивного типу розвитку економіки.

Якісно зростання природоємності виявляється в 2-аспектах:

- у дефіциті природних ресурсів, для покриття якого необхідно залучати до виробничого процесу нові (екстенсивне розширення природної бази економіки);
- у різкому зростанні навантаження на ресурси, що знаходяться у використанні, із-за обмеженості в можливостях залучення нових природних ресурсів (поступове виснаження і деградація ресурсів).

Для інтенсивного типу економічного розвитку характерне зниження природоємності.

Отже найважливішим завданням раціонального природокористування є **мінімізація природоємності**.

Зменшення природоємності має відбуватися за рахунок здійснення 2-х взаємопов'язаних процесів:

- скорочення або певної стабілізації споживання природних ресурсів;
- зростання макроекономічних показників (випуску продукції) за умови вдосконалення технологій, впровадження маловідхідних і ресурсозберігаючих виробництв, використання вторинних ресурсів і відходів.

**Зниження споживання ресурсів** можливе за рахунок вдосконалення технологічних процесів їх здобичі і переробки, а також оптимізації споживання в кінцевій продукції. Наприклад, якщо при виготовленні металевих консервних банок застосовувати жерсть завтовшки 0,08 мм замість вживаної 0,23 мм, то це забезпечить Україні зниження витрати

металу приблизно на 280 тис. т/ рік.

Істотне **зниження витрати металу** досягається при переході на:

- методи точного литва;
- безперервного розливання стали;
- порошковій металургії (100% металу використовується за призначенням);
- розширеному використанню пластмас і інших замінників металів.

**Економія електроенергії** можлива за рахунок:

- поліпшення режимів роботи устаткування;
- вдосконалення технологічних процесів передачі, розподілу і споживання;
- перекладу електромережі на вищу напругу;
- зміни перетину, питомого електричного опору або довжини струмопровідних елементів;
- оптимізації розподілу навантажень між трансформаторами і електродвигунами устаткування;
- вдосконалення схем електроживлення;
- використання замість ламп розжарювання люмінесцентних і дугових ламп (забезпечується більший світловий потік при однаково споживаній потужності) тощо.

**Економія теплової енергії** (гаряча вода, повітря, гази і пара) забезпечується за рахунок:

- зниження непродуктивної витрати теплоносія;
- надійній термоізоляції устаткування (застосування вогнетривких матеріалів);
- використання промислових викидів як вторинні енергетичні ресурси;
- поліпшення експлуатації теплоспоживаючих установок (з конденсатом на ТЕЦ повертається до 12% теплоти).

Важливим чинником економії природних ресурсів є оптимізація споживання **води** в промисловості, сільському господарстві і комунально-побутовому секторі. За оцінками, частка нераціонального використання води складає до 30%, причому третина – це втрати від протечок.

Усунення втрат води і відповідна економія енергії забезпечується при установці регуляторів тиску в системах гарячого і холодного водопостачання житлових і промислових будівель і споруд.

**Економія витрати органічного палива** можлива на всіх стадіях його використання. Проте основним напрямом економії палива є вдосконалення процесу його спалювання.

**Акумуляція енергії.** Значна частка нераціональної витрати енергії і палива і невинуватених викидів в навколишнє середовище пов'язані з тим, що споживання різних видів енергії багатьма виробництвами нерівномірно

за часом. Внаслідок цього частина блоків електростанцій працює значний час на не розрахункових навантаженнях, що викликає додаткову негативну дію на довкілля.

Потужності ГЕС, працюючих на акумульованій воді водосховищ, часто недостатні для покриття пікового навантаження, тому створюються спеціальні установки і ведуться пошуки способів акумуляції енергії. Зниження навантаження можливе за рахунок:

- споживачів, що мають пільгові тарифи на споживання електроенергії у внепікові періоди;
- створення регулюючих енергетичних блоків;
- акумульованих енергоустановок (стисле повітря, газ, пара).

### **6.3. Комплексне використання водних ресурсів та замкнені системи водопостачання**

У реальних умовах питання економії ресурсів повинні вирішуватися комплексно. До найбільш актуальних напрямів екологізації економіки належить комплексне використання водних ресурсів. Це обумовлено перш за все тим, що в багатьох регіонах земної кулі споживання прісної води та її забруднення вже вийшли за межі припустимих.

Вода є одним з найважливіших видів природної сировини, витрати якої постійно зростають. На деяких сучасних підприємствах (наприклад, з виробництва хімічних волокон, пластмаси, паперу) вони становлять до кількох мільйонів кубічних метрів на добу. Так, для виробництва капронового волокна витрачається стільки води, скільки її потрібно для міста з населенням 120 тисяч.

Основним завданням екологізації матеріального виробництва постає раціональне використання води, для чого потрібно:

- використовувати такі технології та обладнання, які потребують найменше свіжої води і не забруднюють довкілля;
- регламентувати витрати води на виробництво одиниці продукції;
- розширити використання оборотних вод;
- підвищити ефективність очищення стічних вод;
- вдосконалити технології з метою повнішого використання відходів, щоб зменшити потреби в очисних спорудах (затрати на побудову очисних споруд становлять майже п'яту частину кошторисної вартості будівництва промислового підприємства).

Оптимізація водоспоживання може здійснюватися шляхом визначення теоретично необхідних витрат води для одержання заданої продукції, багатократного використання води, тобто за рахунок організації замкненого водопостачання та комплексного використання забруднених вод. Так, витрати води на виробництво 1 т сірчаної кислоти при переході з

прямоточного на замкнене (оборотне) водопостачання скорочуються майже в 19 разів.

Системи замкненого водопостачання рідних виробництв характеризуються розвиненими схемами очищення та кондиціювання води, що забезпечують приведення води після очищення до стану, при якому вона може виконувати всі свої функції в умовах даного виробництва. На рис. 6.1. наведена принципова схема замкненого водопостачання технологічних процесів виробництва.

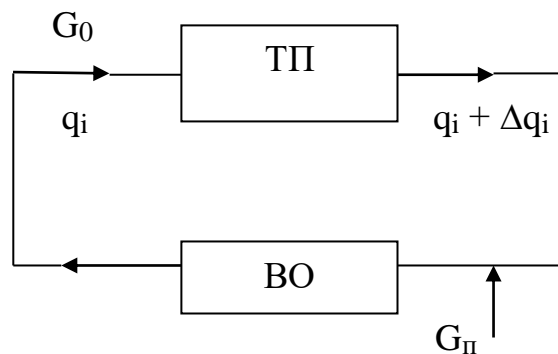


Рис. 6.1. Принципова схема оборотного водопостачання (ТП – технологічний процес; ВО – водоочищення)

Стан води в оборотній системі водопостачання характеризується наступними показниками:

- ваговою або об'ємною витратою води ( $G_0$ );
- концентрацією  $i$ -ої речовини на вході ( $q_i$ );
- концентрацією  $i$ -ої речовини на виході ( $q_i + \Delta q_i$ );
- кількістю доданої води або витратою підпитку ( $G_n$ ).

Для оцінки функціонування системи замкненого водопостачання вводиться 3-и фактори:

- фактор розділення:

$$D = \frac{G_0}{G_0 + G_n} \cdot (q_i + \Delta q_i) / q_i$$

- фактор акумуляції:

$$A_i = \frac{q_i}{\Delta q_i}$$

- фактор циклічності:

$$C = \frac{G_0}{G_n}$$

Ці фактори пов'язані між собою наступною взаємозалежністю:

$$1 + \frac{1}{A_i} = D \cdot \left(1 + \frac{1}{C}\right)$$

Фактор акумуляції характеризує накопичення  $i$ -ої речовини, а фактор циклічності – кількість циклів, які здійснює вода в даному виробництві.

Така сукупність визначальних факторів надає можливість формулювати необхідні вимоги до схеми очищення за кожною речовиною.

Натепер системи замкненого водопостачання широко використовуються на підприємствах машинобудування, хімічної та харчової промисловості.

Екологічна ефективність впровадження систем оборотного водопостачання визначається порівнянням впливу на навколишнє середовище незамкненої системи (з боку забруднення води  $i$ -ою речовиною  $V_{it}$ ) з впливом на довкілля системи оборотного водопостачання (з урахуванням впливу виробництва реагентів  $V_{ip}$  та енергії  $V_{ie}$ , які необхідні для функціонування замкненої системи).

Система замкненого водопостачання безумовно ефективна, якщо:

$$V_{it} > (V_{ip} + V_{ie})$$

Ще одним методом комплексного водоспоживання є використання очищених стічних вод для зрошування сільськогосподарських земель. Наприклад, при зрошуванні кукурудзяних посівів очищеними комунально-побутовими стічними водами врожайність зростає майже на 180%. Але, важливою вимогою при використанні промислових вод в сільському господарстві є встановлення надійного контролю якості води, оскільки при недотриманні цієї умови, родючі землі можуть бути штучно забруднені.

#### **6.4. Комплексне використання ресурсів літосфери**

До ресурсів літосфери відносять різноманітні корисні копалини (ресурси надр), ґрунти, рослинні ресурси тощо.

Під комплексним використанням ресурсів літосфери розуміють максимально можливе вилучення та використання всіх цінних компонентів, які містяться в них, виходячи з потреб народного господарства та можливостей сучасної техніки і технології.

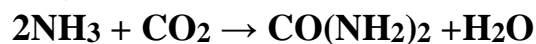
Вирішення завдань комплексного використання ресурсів надр в умовах динамічного зростання їх споживання можливо лише з урахуванням всіх взаємодій технологічних процесів з навколишнім середовищем. Тобто поряд з покращенням економічних показників

основною метою комплексного використання ресурсів постає підвищення коефіцієнтів екологічної дії – забезпечення зниження рівня впливу на довкілля.

Комплексне використання ресурсів надр протягом тривалого часу широко впроваджується в металургії. Сьогодні з металевих руд вилучається більш ніж 75 хімічних елементів. При комплексному використанні мідних руд забезпечується супутнє одержання молібдену, паладію, миш'яку, селену та телуру, з газових викидів – виробляють сірчану кислоту.

Комплексне використання сировини застосовується також при переробці твердих видів палива, нафти, рослинної і тваринної сировини тощо. Для підвищення ефективності організації процесу до комплексного використання сировини залучають одразу декілька підприємств.

Наприклад, при конверсії природного газу разом з воднем, який потрібний для синтезу амоніаку, отримують діоксид вуглецю, який не використовується у виробництві амоніаку; тому таке виробництво суміщають із виробництвом карбаміду (сечовини), для якого використовується діоксид вуглецю:



При комплексному використанні сировини скорочуються витрати на транспортування, менш забруднюється довкілля та зменшується собівартість основної продукції.

Проте об'єми відвалів та твердих відходів при розробці надр збільшуються, що вимагає вирішення завдання щодо розширення масштабів та комплексного використання твердих промислових відходів. Наприклад, відходи глиноземного виробництва – «червоні шлами» після відповідної переробки можуть використовуватися як:

- мінеральні комплексні добрива в сільському господарстві;
- інтенсифікатор агломераційного процесу в чорній металургії;
- домішки при виготовленні цементу в будівельній галузі;
- комплексні коагулянти в хімічній промисловості;
- неорганічний краситель в виробництві пляшок із зеленого скла;
- сировина для одержання рідкісноземельних концентратів.

### ***Контрольні питання***

1. *В чому полягає сутність поняття «екологізації виробництва»?*
2. *Які стадії екологізації виробництва проходило натеper суспільство?*
3. *Що розуміють під екологізацією стиля життя?*



4. Як визначається коефіцієнт екологічної дії?
5. За яких умов може відбуватися зменшення природоємності суспільного виробництва?
6. Що таке оптимізація споживання ресурсів?
7. За рахунок чого можливо скорочення споживання електричної, теплової енергії, органічного палива, води?
8. За якими факторами оцінюється функціонування систем оборотного водопостачання?
9. При якій умові система замкненого водопостачання буде ефективною?
10. Якими є напрямки комплексного використання відходів глиноземного виробництва?

## 7. РЕЦИКЛЮВАННЯ

### 7.1. Принципи рециклювання

**Рециклінг (реутилізація)** – це отримання з використаної готової продукції шляхом її переробки нової продукції того ж або близького до неї типу (наприклад, паперу з макулатури, металу з металобрухту тощо).

Використання твердих відходів як початкової сировини для іншого виробництва є одним з видів рециклінгу.

Необхідність рециклювання відходів обумовлена обмеженістю та вичерпаністю природних ресурсів, а також труднощами безпечного поховання відходів.

В сучасних умовах рециклінг відходів став самостійною галуззю економіки, що спеціалізується на перетворенні відходів у придатні до вторинного використання ресурси, нові вироби або напівфабрикати. Саме тому, поряд з чисто екологічними стандартами, такими як токсичність чи ступень негативного впливу на людину та природу, до відходів пред'являється вимоги відповідності визначеної технології переробки.

Здібність відходів до рециклінгу постає важливою споживчою властивістю початкових продуктів й матеріалів, що враховується при їх проектуванні.

Рециклювання відходів потребує організації їх збору та сортування, наявності економічних стимулів до переробки відходів, а також існування системної інформації щодо джерел вторинних ресурсів. Збір та сортування відходів пов'язано з додатковими витратами. Для створення економічних стимулів щодо їх здійснення використовуються інструменти ціноутворення, включаючи систему заставних цін.

Рециклювання різноманітних видів відходів характеризується різним ступенем ефективності, що залежить від таких параметрів як обсяг відходів, які утворюються, їх однорідністю, ступенем концентрації процесів їх генерації.

У відповідності з другим законом термодинаміки, 100%-е рециклювання та повернення в економічну систему вироблених нею відходів неможливо. На рівень утилізації відходів впливає й чисто економічні фактори, такі як відносний рівень цін первинної та вторинної сировини, технічний прогрес в переробці відходів, культурні та історичні традиції країн по відношенню до охорони навколишнього середовища і утилізації вторинних ресурсів.

Коефіцієнт рециклювання  $i$ -ої продукції  $R_i$  представляє собою відношення обсягів щорічно рецикльованих відходів  $R_{ir}$  до загального обсягу відходів, що утворилися  $R_{i0}$ :

$$R_i = \frac{R_{ir}}{R_{i0}}$$

В світі найбільш високий рівень рециркулювання спостерігається по таких ресурсах як папір, скло, алюміній (тара, упаковка тощо), металобрухт. Достатньо розвинута система збору та утилізації відходів у Німеччині, Данії, Нідерландах та Швеції.

Практично всі відходи добре піддаються рециркулюванню, проте масштаби їх використання досить незначні. Наприклад, частка макулатури у виробництві паперу не перевищує 45% в Нідерландах, а в Канаді складає лише 18%. Просліджується наступна тенденція: чим багатіше країна на лісові ресурси, тим гірше вона використовує вторинну сировину. Між тим, виробництво паперу з макулатури вигідно економічно (обходиться дешевше, ніж з первинної сировини) та екологічно, оскільки зберігає дерева (до 17 дерев на 1 т макулатури), економить електроенергію (від 30 до 50%), зменшує забруднення атмосферного повітря та води.

Теж саме стосується металобрухту. При його рециркулюванні економиться руда, електроенергія, вода, знижується забруднення навколишнього середовища, але цей потенціал використовується менш, ніж на половину. Наприклад, щорічно американці придбають близько 200 млн. банок пива та напоїв. До 60% банок підвергається рециклінгу, а 40% - викидається, хоч кількість алюмінію в них перевищує кількість цього металу, що споживається в більшості країн світу. Між тим, рециркулювання однієї банки потребує тільки 5% енергії, яка потрібна для її виробництва з первинної руди.

Аналогічні дані можна привести щодо рециркулювання скла, особливо скляної тари, яка найбільш пристосована для вторинного використання без переробки. Так, для того, щоб розбити скляну пляшку й знов її зробити потрібно втричі більше енергії, ніж для того, щоб її вимити та наповнити. Досвід США показує, що повернення 90% всіх пляшок зменшує кількість сміття на 35-70%. Позитивним фактором щодо підвищення рівня обертання тари і відповідно скорочення частки скляної тари в складі ТПО є використання залогової системи, тобто включення вартості упаковки до вартості продукту. В Нідерландах ціна порожньої пляшки складає до 23% вартості пляшки пива, що спонукає споживача збирати та здавати для вторинного використання ці відходи.

Складніше обстоїть ситуація з пластмасами. Більшість з них не розкладається, вони трудніше піддаються переробці з одержанням первинної речовини, їх неможливо змішувати, оскільки різні пластмаси мають різний хімічний склад. Тому рециркуляції підлягає одиниці

відсотків таких виробів. Єдиною країною в світі, яка в національному масштабі займається збором та рециркулюванням пластмасових виробів в широкому асортименті є Німеччина (значною мірою завдяки існуванню Дуальної системи).

Рециркулювання харчових відходів та іншої органіки також знаходиться на достатньо низькому рівні, хоча їх потенціал дуже великий. В першу чергу, такі відходи можливо компостувати і одержувати органічне добриво (компост) для наступного його використання в сільському господарстві.

В зв'язку з ростом кількості автотранспорту важливою проблемою стає утилізація автомобільних шин. За термін своєї експлуатації один автомобіль утворює до 12 одиниць гумових відходів, але відсоток їх рециркулювання досить низький. В той же час, відпрацьовані шини можна використовувати як сировину в гумовотехнічній промисловості, домішки в будівельні матеріали, спалювати з органічним паливом. Проте більша частка відпрацьованих автомобільних шин викидається на смітники, обумовлюючи виникнення пожеж.

Неутішна ситуація щодо рециркулювання відходів обумовлена наступними причинами:

- недосконалою матеріально-технічною базою переробки відходів;
- використанням технологій, що не пристосовані до рециклінгу відходів;
- відсутністю вартісної оцінки відходів або досить низькою їх ціною;
- дуже низькими тарифами на розміщення відходів;
- низька екологічна культура населення та осіб, що приймають законодавчі та виконавчі рішення на всіх рівнях влади.

## **7.2. Напрямки розвитку безвідхідних технологій**

Найважливішим напрямом екологізації економічного розвитку є впровадження маловідхідних і ресурсозберігаючих технологій. Ідея безвідхідного виробництва вперше була запропонована академіками Н.Н. Семеновим і Б.Н. Ласкоріним.

Аналогом терміну «безвідходне виробництво» є «безвідхідна технологія» і «безвідхідна технологічна система». У країнах ЄС частіше використовують термін «чиста технологія».

У 1979г. у Женеві на Загальноєвропейській нараді по співпраці в області охорони довкілля була прийнята «Декларація про маловідхідну і безвідхідну технологію і використання відходів», в якій «безвідхідна технологія» визначалася як «практичне застосування знань, методів і засобів з тим, щоб в рамках потреб людини забезпечити найбільш раціональне використання природних ресурсів і енергії і захистити навколишнє середовище». На семінарі Європейської економічної комісії

ООН (Ташкент, 1984г.) було дано наступне визначення:

«**Безвідхідна технологія** – це такий спосіб виробництва продукції, при якому найраціональніше і комплексно використовуються сировина і енергія в циклі «сировинні ресурси – виробництво – споживання – вторинні сировинні ресурси», таким чином, що будь-який вплив на довкілля не порушують його нормального функціонування».

Безвідхідне виробництво зачіпає і сферу споживання; тобто технологія, що використовується у виробничому процесі, передбачає, що вироби служитимуть довго, можуть бути легко відремонтовані, а після закінчення терміну служби будуть повернені в цикл або переведені в екологічно безпечну форму.

Під безвідхідною технологією, безвідхідним виробництвом, безвідхідною системою розуміють не просто технологію або виробництво того або іншого продукту, а принцип організації і функціонування виробництва, регіональних промислово-виробничих об'єднань, територіально-промислових комплексів (ТПК), економіки в цілому.

Проміжним ступенем при створенні безвідхідного виробництва є маловідхідна технологія. Під **маловідхідною технологією** розуміють такий спосіб виробництва продукції, при якому частина сировини переходить у відходи, проте шкідливий вплив на навколишнє середовище не перевищує санітарних норм.

Натепер основними напрямками розвитку безвідхідних технологій є:

- розробка різних видів безстічних технологічних схем і водооборотних циклів;
- створення і впровадження систем переробки відходів виробництва і споживання як вторинних матеріальних ресурсів;
- розробка і впровадження принципово нових процесів отримання відомих речовин із зменшеним об'ємом відходів;
- створення територіально-виробничих комплексів із замкнутою структурою матеріальних потоків сировини і відходів усередині комплексу.

Перший напрям – **водооборотні цикли**.

Залежно від ролі води у виробництві її підрозділяють на 4-і категорії:

- воду першої категорії використовують для охолодження в теплообмінних апаратах; вона тільки нагрівається, але не забруднюється;
- вода другої категорії містить і транспортує домішки, наприклад, при збагаченні руд; ця вода забруднена механічними і розчиненими домішками, але не випробовує термічних дій;
- вода третьої категорії використовується в тих же цілях, що і вода другої категорії, але піддається нагріву;

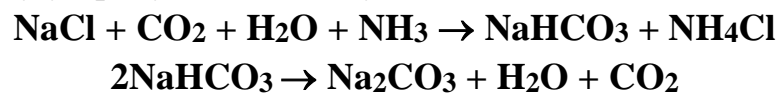
- воду четвертої категорії використовують як розчинник реагентів.

У водооборотних циклах можливе застосування води 3-х перших категорій. Проте, воду першої категорії необхідно охолоджувати, другої – очищати від домішок, а третьої – охолоджувати і очищати. Такі операції супроводжуються втратами води, тому в оброблену воду додається деяка кількість води для їх компенсації. Потім вона знов поступає у виробництво. Оборотно водопостачання в 20-50 разів скорочує споживання природної води.

**Другий напрям безвідхідного виробництва** полягає в переробці відходів в корисний продукт. Наприклад, при переробці відвалів металургійних виробництв застосовується бактерійний метод здобичі металів.

На ряду підприємств, де переробляються сульфідні руди, діоксид сірки повністю уловлюється з отриманням сірчаної кислоти.

У Японії за рахунок внесення змін до традиційної технології виробництва соди широко використовують відходи содової промисловості. Так, соду отримують в результаті взаємодії розчину куховарської солі і вуглекислого газу у присутності аміаку:

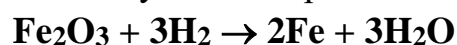


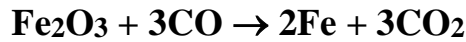
Відходом цього виробництва після відгонки аміаку є суспензія нерозчинних хлоридів кальцію і натрію.

Японська технологія пропонує 2-а варіанти. Перший, коли регенерація аміаку не проводиться взагалі, а хлорид амонію використовується як добриво. Другий - аміак регенерується за допомогою гідроксиду магнію, а з хлориду магнію, що утворюється при цьому, отримують металевий магній, оксид магнію, соляну кислоту.

**Третій напрям безвідхідного виробництва** – впровадження принципово нових технологій здобичі звичайних речовин. Наприклад, в хімічній промисловості зменшення об'єму викидів забезпечується укрупненням агрегатів. При виробництві азотної кислоти «лисячі хвости» ліквідовуються за допомогою великотоннажних агрегатів з каталітичним очищенням газів, які відходять.

У чорній металургії успішно упроваджується безкоксівий метод здобичі заліза прямим відновленням з руди. При цьому руда поступає на металургійне підприємство у вигляді зневоднених окатишів розміром 1-2 см, таких, що містять до 67% заліза. У цеху металізації, куди подається конверторний природний газ, що містить оксид вуглецю і водень, при температурі приблизно 900 °С відбувається пряме відновлення заліза:





Окислені окатиші стають металевими, вміст заліза в них приблизно 90%. Потім шихта поступає в електросталеплавильні печі, де виплавляється сталь. Така технологія дозволяє здійснювати виплавку стали по замкнутому циклу, при цьому практично не утворюються відходи.

**Четвертий напрям** – створення безвідходних територіально-виробничих комплексів, в яких здійснюється кооперація окремих виробництв і відходи одних служать сировиною для інших. Наприклад, відходи ТЕС використовуються при виробництві будівельних матеріалів як наповнювачі бетону, силікатної цеглини.

Основною проблемою при створенні ТВК є формування збалансованих внутрішньоконкомплексних зв'язків, удосконалення територіальної структури. Для діючих індустриальних центрів, де реальна обстановка вступає в суперечність з екологічними вимогами, важливого значення набуває територіальне планування. Наприклад, для Донбасівського ТВК головне завдання постає переробка відходів як з метою їх утилізації, так і знешкодження.

Економічний ефект від зменшення кількості відходів може бути розрахований за формулою:

$$E_{\text{ф}} = E_{\text{вс}} + E_{\text{вр}} + E_{\text{кс}}$$

де  $E_{\text{вс}}$  – безпосередній ефект від використання відходів виробництва як вторинної сировини;

$E_{\text{вр}}$  – ефект від зниження шкоди, обумовленої забрудненням довкілля;

$E_{\text{кс}}$  – регіональний ефект від концентрації і спеціалізації виробництва.

Абсолютна соціально-економічна ефективність безвідходного виробництва повинна прагнути до максимуму, тобто

$$\frac{\sum_i E_i - W}{Z_{\text{п}}} \rightarrow \max$$

де  $\sum E_i$  – сума всіх ефектів, які досягаються при впровадженні безвідходного виробництва;

$W$  – розмір збитку від забруднення довкілля відходами виробництва і споживання;

$Z_{\text{п}}$  – повні витрати на здійснення безвідходного виробництва.

При наявності декількох варіантів безвідходного виробництва, вибирається той, який при близьких значеннях витрат забезпечує найбільшу соціально-економічну ефективність.

### ***Контрольні питання***

- 1. Що розуміють під рециркулюванням відходів?*
- 2. Як визначається коефіцієнт рециркулювання?*
- 3. За яких причин рівень рециркулювання відходів низький?*
- 4. В чому полягає сутність поняття «безвідходне виробництво»?*
- 5. В чому відмінність між безвідходною та маловідходною технологією?*
- 6. За якими напрямками розвивається безвідходне виробництво?*



## 8. ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ І КОНСТРУКТОРСЬКИХ РІШЕНЬ

### 8.1. Оцінка технологічних рішень

**Технологічне рішення** – це інженерне рішення по зміні використовуваної сировини, параметрів режиму роботи, складу устаткування або принципів здійснення процесу, орієнтоване на зниження витрат при збереженні показників продукції, що випускається.

Прикладами технологічних рішень є:

- інтенсифікація процесу виплавки стали за рахунок добавки кисню;
- заміна мартенівського процесу на конвертерний;
- впровадження процесів з використанням меншої кількості низькосортного палива.

Технологічні рішення можна розділити на 3-и групи:

- прості (зміна параметрів роботи устаткування);
- складні (заміна устаткування);
- комплексні (зміна принципів технології).

Вплив технологічного рішення на довкілля виявляється по 9-и напрямках:

- використання сировини;
- використання енергії;
- викиди в атмосферу;
- забруднення водних об'єктів;
- відчуження землі;
- шумова дія;
- теплова дія;
- радіаційна дія;
- скріплення ресурсів в устаткуванні.

При оцінці простих рішень досить враховувати зміни по окремих напрямках, а для складних і комплексних – необхідний аналіз по всіх перерахованих напрямках.

Екологічну перевагу варіанту технологічного рішення характеризує ряд специфічних показників:

- коефіцієнти корисного використання сировини і енергії;
- продуктивність природних ресурсів;
- питомий збиток по чинниках впливу на навколишнє середовище.

**Коефіцієнт корисного використання сировини (ККВС)** – це відношення маси готового продукту (сировини, що перейшла в продукт) до маси початкової сировини. Він розраховується в цілому по сировині і по окремих її компонентах.

Доповненням до ККВС є коефіцієнти безповоротних, тимчасових і умовних втрат сировини.

**Коефіцієнт безповоротних втрат** – частка сировини, що втрачається безповоротно в ході технологічного процесу (чад, незбирані викиди, відходи, що не підлягають переробці).

**Коефіцієнт тимчасових втрат** – частка відходів виробництва, що складаються у відвалах із-за економічної недоцільності їх використання на даний час, в масі сировини.

**Коефіцієнт умовних втрат** – частка відходів виробництва, що продаються (передаються) для виробничого або споживчого використання, в масі початкової сировини.

**Коефіцієнт корисного використання енергії (ККВЕ)** – це відношення теплостійкості, теоретично необхідної для здійснення процесу, до теплостійкості загальної кількості витраченого палива. При деталізованому аналізі ККВЕ виходять з енергетичного балансу процесу, де показаний прихід і витрата енергії.

**Продуктивність природних ресурсів** – показник, що характеризує інтенсивність їх використання. Він визначається як випуск продукції (у натуральному обчисленні) на одиницю відчужуваної території (основною, допоміжною, такою, що примикає, охоронною тощо), на одиницю сировини і енергії, на одиницю маси і енергетичної потужності устаткування.

**Питомий збиток довкіллю** обчислюється як відношення його загального розміру до сумарного випуску продукції за інтервал часу.

При розрахунку загального розміру збитку по кожному з чинників враховуються нормативні показники впливу на навколишнє середовище і аварійні ситуації з урахуванням вірогідності їх виникнення.

Сукупність показників екологічної переваги варіанту технологічного рішення можна об'єднати в «екологічний профіль», що дозволяє в наочній і комплексній формі зіставити порівнювані варіанти технології (Табл. 8.1)

Таблиця 8.1.

Екологічний профіль

Показник	Значення
ККВС металу	*
ККВС вапняку	*
ККВС руді	*
ККВЕ палива	*
ККВЕ електроенергії	*
Продуктивність території	*
Продуктивність електроенергії	*
Питомий збиток атмосфері	*

Екологічний аспект аналізу варіантів технологічного рішення є додатковим по відношенню до традиційного економічного розрахунку, але не замінює його.

Інтегральна економічна оцінка витрат по технологічному процесу розраховується по формулі:

$$I_T = Z + P + Y$$

де  $Z$  – витрати виробництва;

$P$  – плата за використання природних ресурсів;

$Y$  – збиток навколишньому середовищу.

Інтегральна економічна оцінка одноразових витрат розраховується по формулі:

$$\Phi = K_0 + Z_T + П$$

де  $K_0$  – одноразові виробничі витрати на розробку і реалізацію технологічного процесу;

$Z_T$  – плата за відчужувану територію під виробництво;

$П$  – плата за ресурси, що безповоротно втрачаються і повертаються в господарську діяльність при списанні основного і виробничого устаткування.

У багатьох випадках нове технологічне рішення спричиняє за собою розробку нової сукупності передуючих і подальших виробництв. Наприклад, конвертерне виробництво функціонує в єдиному комплексі з доменним і кисневим виробництвами; безперервне розливання стали, витісняючи блюмінги і слябінги, витісняє ті, що забезпечує їх енергетичне і ремонтне господарство. Пластмаси, замінюючи метал, витісняють доменне і добувне виробництва.

Ці приклади показують, що, оцінюючи технологічне рішення, необхідно враховувати всі суміжні процеси.

Для їх виявлення по аналізованому технологічному рішенню формують зону (ланцюжок) впливу. За її межами діяльність людини і існування середовища не змінюються при впровадженні запропонованого технологічного рішення.

## 8.2. Оцінка конструкторських рішень

**Конструкторське рішення** – це інженерне рішення по розробці і створенню нової машини або агрегату. До подібних рішень відносяться розробка нового вигляду автомобілів, судів, двигунів, телевізорів тощо.

Всю сукупність конструкторських рішень можна розділити на:

- приватні (у виробі змінюються окремі вузли);

- загальні (створюється нова модель агрегату);
- комплексні (створюється система нових взаємозв'язаних і взаємодоповнюючих машин).

Вплив конструкторського рішення на довкілля виявляється за наступними напрямками:

- використання сировини;
- використання енергії;
- вплив на атмосферу;
- вплив на водні об'єкти;
- вплив на землю;
- шумове забруднення;
- теплове забруднення;
- радіаційне забруднення.

Специфікою конструкторського рішення є наявність 3-х стадій впливу: виготовлення, експлуатація і списання.

На стадії створення машини екологічні аспекти виявляються через:

- вживані матеріали;
- матеріало- і енергоємність виготовлення вузлів і конструкції в цілому;
- вплив на довкілля основного, складального і необхідних нових суміжних виробництв.

Експлуатація машини – найбільш тривала стадія в циклі її життя. Тут вплив на навколишнє середовище пов'язаний з:

- енерго- і матеріалоспоживанням;
- функціонуванням необхідної обслуговуючої системи;
- прямою дією на елементи середовища.

Наприклад, випуск нової моделі літаків може зажадати збільшення площі аеродромів; підвищення швидкості автомобілів - створенню огорож уздовж трас; випуск моторних човнів з могутнішими моторами - до зниження продуктивності риб у водоймищах.

Витрати на утилізацію матеріалів при закінченні терміну експлуатації машини пов'язані з:

- розділенням її конструкції на частини;
- залученням їх у вигляді вторинної сировини у виробництво.

При цьому конструкторські рішення, ефективні для створення і експлуатації машини, можуть дати істотні втрати при її списанні. Наприклад, застосування вузлів, що не допускають розділення мідних і сталевих частин, веде до втрати міді як ресурсу і забрудненню стали (погіршенню її якості) при переплавленні цього вузла.

Сучасні вимоги до конструкторських рішень припускають при створенні нової машини одночасну розробку схеми її утилізації з оцінкою маси матеріалів, що втрачаються.

Концепція проектування, наприклад, сучасного автомобіля передбачає наступні умови:

- деталі повинні легко демонтуватися;
- матеріали не повинні містити шкідливих речовин;
- кількість матеріалів, що використовуються, повинна бути мінімізована;
- необхідно застосовувати легко утилізовані пластмаси;
- маркувати крупні деталі.

Екологічна перевага варіанту конструкторського рішення характеризується наступними групами (по стадіях) показників:

- питомі матеріало- і енергоємність;
- продуктивність;
- питомий збиток по чинниках впливу на навколишнє середовище.

Наприклад на стадії експлуатації показник питомої металоємності машини визначаються таким чином:

$$m = \frac{M}{W}$$

де **M** – маса металевих деталей і вузлів в машині;

**W** - параметр споживчої цінності машини.

Від правильності вибору виду параметра **W** залежить правильність висновку про прогресивність машини. Наприклад, якщо як **W** для автомобіля прийняти потужність двигуна, то вибрана модель при однакових **W**, але меншою **m**, може у результаті привести до підвищеної витрати металу в автомобілебудуванні.

Це пов'язано з тим, що при виборі не враховувалися ресурс роботи машини і потреба в металовиробах при її ремонтах.

Таким чином, при оцінці значення питомої металоємності машини як **M** повинна фігурувати маса металевих деталей і вузлів в машині за весь термін її життя, а як **W** – «робота» автомобіля – добуток потужності на час експлуатації.

При такому правилі обчислення показника питомої матеріаломісткості металоємність машини поліпшуватиметься не тільки за рахунок маси вузлів, але і при підвищенні її надійності, продуктивності, ремонтпридатності та інших споживчих властивостей.

Показник питомої енергоємності машини обчислюється на одиницю виконуваної роботи. Наприклад, для легкового автомобіля - це витрата палива на 1 км шляху, для електричної лампочки – витрата електроенергії на одиницю світлового потоку в одиницю часу.

Питомий збиток докільню обчислюється як вплив від однієї машини і від одиниці виконуваної роботи. Наприклад, для моделі автомобіля оцінюється вміст забруднюючих речовин в об'ємі вихлопних газів на одиницю роботи (т/км).

Зіставлення варіантів конструкторських рішень можливе через їх «екологічний профіль» показників.

Інтегральна економічна оцінка конструкторського рішення виконується по формулі:

$$I_k = C_1 + Y_1 + P_1 + \sum_t [C_2(t) + Y_2(t) + P_2(t)] \cdot (1 + E)^{-t} + C_3 + Y_3 + P_3$$

де  $C$  – витрати;

$Y$  – збиток, що нанесено навколишньому середовищу;

$P$  – плата за використані ресурси.

$t$  – термін служби машини.

Індекс 1 відповідає стадії виготовлення машини, 2 – експлуатації, 3 – утилізації.

### **Контрольні питання**

1. Що розуміють під технологічним рішенням?
2. За яким принципом розподіляються на групи технологічні рішення?
3. За якими показниками оцінюється екологічна перевага варіанту технологічного рішення?
4. Як провадиться інтегральна економічна оцінка витрат за технологічним процесом?
5. Що може бути слідством впровадження нового технологічного рішення?
6. Що розуміють під конструкторським рішенням?
7. Чим відрізняються комплексні конструкторські рішення від загальних?
8. Що є специфічною ознакою конструкторського рішення?
9. Якою є сучасна концепція проектування нової техніки?
10. За якими показниками оцінюється екологічна перевага варіанту конструкторського рішення?
11. Що слід враховувати при визначенні інтегральної економічної оцінки конструкторського рішення. За якими показниками оцінюється екологічна перевага варіанту технологічного рішення?

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сахаєв В.Г., Шевчук В.Я. Економіка і організація охорони навколишнього середовища: Підручник. – К.: Вища шк., 1995. – 272с.
2. Мельник Л.Г. Экологическая экономика: Учебник. – Сумы: Издательство «Университетская книга», 2001. – 350с.
3. Царенко О.М., Несветов О.О., Кабацький М.О. Основи екології та економіка природокористування. Курс лекцій. Практикум: Навчальний посібник. – Суми: Видавництво “Університетська книга”, 2001. – 326с.
4. Гирусов Э.В., Бобылев С.Н., Новоселов А.Л., Чепурных Н.В. Экология и экономика природопользования: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 2000. – 455с.
5. Аникеев В.А., Копп И.З., Сталкин Ф.В. технологические аспекты охраны окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 256с.
6. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 423с.
7. Ауоров В.В. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: Підручник. – Одеса: «ТЭС», 2002. – 284с.
8. Буркинский Б.В., Степанов В.Н., Харичков С.К. Природопользование: Основы экономико-экологической теории. – Одесса: ИПРЭЭИ НАН Украины, 1999. – 350с.
9. Шаніна Т.П. Техноекологія: Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: «Економіка», 2005. – 205с.
10. Шаніна Т.П. Управління та поводження з відходами: Конспект лекцій. - Дніпропетровськ: «Економіка», 2005. – 144с.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	3
<b>1. ВПЛИВ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ</b>	4
1.1. Вплив навколишнього середовища на економічне зростання.	4
1.2. Екологічні фактори розміщення продуктивних сил	7
1.3. Екологічний паспорт підприємства	9
1.4. Вплив підприємств паливно – енергетичного, металургійного та машинобудівного комплексів на довкілля	12
<b>2. АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	19
2.1. Джерела, види та масштаби забруднення довкілля	19
2.2. Стандартизація і нормування якості компонентів довкілля	21
2.3. Визначення припустимих рівнів впливу промислових об’єктів на навколишнє природне середовище	25
2.4. Основні напрямки зниження рівня впливу сучасних виробництв на навколишнє середовище.	25
<b>3. ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ЗАБРУДНЕННЯМ ДОВКІЛЛЯ</b>	27
3.1. Методи контролю та прилади для вимірювання концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі	27
3.2. Методи контролю якості води	29
3.3. Критерії забруднення ґрунтів	33
<b>4. МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВИКИДІВ</b>	35
4.1. Методи очищення промислових викидів в атмосферу	35
4.2. Методи очищення промислових стічних вод	37
4.3. Методи переробки промислових відходів	39
<b>5. ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ ПРИРОДООХОРОННИХ ПРОЕКТІВ</b>	47
5.1. Чистий економічний ефект природоохоронних заходів	47
5.2. Оцінка варіантів очищення промислових викидів в атмосферу	48
5.3. Оцінка варіантів очищення стічних вод	50
5.4. Оцінка варіантів переробки відходів	51
<b>6. КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ</b>	56
6.1. Завдання та напрямки екологізації виробництва	56
6.2. Оптимізація споживання ресурсів	59
6.3. Комплексне використання водних ресурсів та замкнені системи водопостачання	62
6.4. Комплексне використання ресурсів літосфери	64



<b>7. РЕЦИКЛЮВАННЯ</b>	<b>67</b>
7.1. Принципи рециклювання	67
7.2. Напрямки розвитку безвідхідних технологій	69
<b>8. ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ І КОНСТРУКТОРСЬКИХ РІШЕНЬ</b>	<b>74</b>
8.1. Оцінка технологічних рішень	74
8.2. Оцінка конструкторських рішень	76
<b>ЛІТЕРАТУРА</b>	<b>80</b>

Навчальне видання

Губанова Олена Ростиславівна

ВВЕДЕННЯ У ПРИРОДООХОРОННУ ДІЯЛЬНІСТЬ

Конспект лекцій

Підп. до друку 29.09.05  
Умовн. друк. арк. 3.2

Формат 60 x 84 / 16  
Тираж 50

Папір офс.  
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макету

---

Одеський державний екологічний університет  
65016, Одеса, вул. Львівська, 15

---