

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

І. В. ФЕДОРЧУК, Н. М. ГОРДІЙ, М. І. КОЗАК

ПРИРОДОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК



ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

Кам'янець-Подільський
2025

УДК 556(075.8)

ББК 26.22я73

Ф21

Рекомендувала вчена рада Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (протокол № 5 від 24 квітня 2025 року)

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Олександр Любинський, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри біології та екології, Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка;

Руслан М'ялковський, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри садово-паркового господарства, геодезії і землеустрою Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»;

Віталій Гнатюк, кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології, здоров'я людини та фізичної реабілітації Бердянського державного педагогічного університету та методики її викладання Кам'янець-Подільського національного університету.

Федорчук І. В., Гордій Н. М., Козак М. І.

Ф21 Природозберігаючі технології: навчально-методичний посібник [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2025. 182 с.

Електронна версія посібника доступна за покликанням:

URL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/9488>

Навчально-методичний посібник підготовлений відповідно до програми дисципліни «Природозберігаючі технології» для студентів вищих навчальних закладів. У даному навчальному посібнику представлені основні екологічні аспекти виробничих процесів. Розглянуто основні екологічні завдання та напрямки подолання екологічних проблем на виробництві. Посібник містить інформацію щодо природоохоронних технологій, які базуються на методах очищення атмосферного повітря, стічних вод підприємств, накопичення твердих побутових відходів та їх повторного використання. Наведений аналіз роботи очисного обладнання, їх конструктивні особливості, переваги та недоліки. Також наведені контрольні питання для перевірки опанування теоретичного матеріалу та перелік рекомендованих джерел.

УДК 502.1(075.8)

ББК 20.1я73

© І. В. Федорчук, Н. М. Гордій, М. І. Козак, 2025

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	6
<i>Змістовий модуль 1. СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ.....</i>	<i>7</i>
<i>Лекція 1. ЗАГАЛЬНИЙ АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ</i>	<i>7</i>
Виробництво та його вплив на екосистему.....	7
Забруднення довкілля.....	10
Наслідки дії впливу технологій на природне середовище	12
Основні шляхи екологізації природокористування	16
<i>Лекція 2. МАЛОВІДХОДНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ</i>	<i>22</i>
Безвідходна і маловідходна технологія.....	22
Класифікація відходів промисловості	24
Розробка маловідходних і безвідходних технологій і методів комплексного використання відходів промисловості.....	26
Металургія.....	29
Паливно-енергетичний комплекс	32
Хімічний комплекс.....	33
<i>Лекція 3. РОЛЬ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАБРУДНЕННІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</i>	<i>35</i>
Теплові електростанції	35
Атомні електростанції.....	38
Гідроелектростанції.....	41
Альтернативні джерела енергії.....	44

Лекція 4. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕННЮ

АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	50
Атмосфера та її забрудники	50
Технології та обладнання для очищення пилогазових потоків	53
Захист атмосферного повітря від викидів промислового пилу.....	54
Очищення викидів газо- та пароподібних домішок	56
Рекуперація пилогазових викидів	59
Вилучення цінних елементів або тих, що можуть бути повторно використані, із пилогазових потоків.....	62

Лекція 5. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОБІГАННЯ

ЗАБРУДНЕННЮ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	70
Основні види стічних вод.....	70
Особливості забруднення побутовими стічними водами	72
Технології та обладнання для очищення промислових стоків	74
Основні види створення замкнених циклів водопостачання	106

Лекція 6. ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОБІГАННЯ УТВОРЕННЮ

ТА НАКОПИЧЕННЮ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА.....	110
Способи подолання проблем з відходами	110
Екологічні підходи.....	112
Відходи як вторинні ресурси. Рециклінг – шлях поводження з твердими побутовими відходами.....	113
Поводження з відходами в Україні	117
Логістика утилізації відходів: польський досвід.....	123
Технології вторинної переробки. Уживані технології. Види вторинної сировини.....	128
Сучасні наукові розробки в області поводження з відходами обладнання та утилізація сміття.....	135
Стале управління побутовими відходами	139
Законодавчі акти України і Євросоюзу у сфері поводження з відходами. Екологічна політика в напрямку утилізації побутових відходів	142
Світлове забруднення землі.....	150

<i>Лекція 7. «ЗЕЛЕНІ ТЕХНОЛОГІЇ» У ПРОМИСЛОВOSTІ</i>	<i>153</i>
Принципи «зеленої» економіки за формулюванням ЮНЕП	153
Принципи зеленої економіки в Європейському союзі	156
Поняття багатооборотної (циркулярної) економіки.....	158
Економіка з багатооборотним використанням продукції.....	159
Перехід до економіки повторного використання.....	163
Корпоративна соціальна відповідальність.....	165
 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	 181

ПЕРЕДМОВА

Глобальні виклики сучасності, пов'язані з погіршенням стану довкілля, вичерпанням природних ресурсів та посиленням техногенного навантаження на біосферу, зумовлюють необхідність впровадження новітніх природозберігаючих технологій, здатних забезпечити гармонізацію взаємодії суспільства і природи. Екологізація виробничих процесів, раціональне природокористування та мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище стали невід'ємними складовими сучасної соціально-економічної стратегії сталого розвитку.

Навчально-методичний посібник **«Природозберігаючі технології»** підготовлено відповідно до навчальної програми дисципліни для закладів вищої освіти екологічного, біолого-географічного та технічного профілів. У посібнику систематизовано сучасні наукові уявлення про основні напрями екологізації виробництва та технологічних процесів, охарактеризовано антропогенний вплив на довкілля, джерела та види забруднення, а також методи і технології, що сприяють зниженню екологічного навантаження на природне середовище.

Окрему увагу приділено принципам безвідходного виробництва, маловідходних технологій, методам комплексного використання сировини, технологіям очищення викидів і стічних вод, поводженню з твердими побутовими відходами, впровадженню замкнених циклів водопостачання та вторинної переробки. Також розглянуто концепції «зеленої» та циркулярної економіки, корпоративної соціальної відповідальності та міжнародного досвіду у сфері природоохоронної діяльності.

Структура посібника передбачає лекційний матеріал, супроводжений контрольними питаннями для самоперевірки, що сприяє систематизації знань та формуванню практичних навичок у сфері природозберігаючих технологій. Подані матеріали можуть бути використані при підготовці курсових, кваліфікаційних, дипломних робіт та в освітній діяльності викладачів і студентів.

Сподіваємося, що даний навчально-методичний посібник стане вагомим внеском у формування екологічної культури майбутніх фахівців та сприятиме розвитку теоретичних знань і практичних компетентностей у сфері раціонального природокористування.

Змістовий модуль 1

СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Лекція 1

ЗАГАЛЬНИЙ АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

1. Виробництво та його вплив на екосистему.
2. Забруднення довкілля.
3. Наслідки дії впливу технологій на природне середовище.
4. Основні шляхи екологізації природокористування.

ВИРОБНИЦТВО ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЕКОСИСТЕМУ

Виробництво – це процес свідомого впливу людей на природні речі з метою створення благ, необхідних для існування та розвитку суспільства.

Зв'язок суспільства з природою, як уже говорилося, полягає не тільки в їх спільному існуванні – він знаходить своє відображення в активній взаємодії одне з одним. У системі “природа – суспільство” найбільш рухливим є другий елемент, при цьому темпи історичного розвитку суспільства безперервно збільшуються. Сама ж природа за час існування на Землі людського суспільства істотних змін не зазнала. Тому корінні причини якихось змін у взаємодії природи і суспільства передусім слід шукати в тих нових процесах, які виникають у промисловій, соціально-політичній і духовній сферах суспільного життя. Більше того, характерна риса сучасного етапу взаємодії природи і суспільства полягає в тому, що суспільство має такий великий вплив на природу, призводить до таких змін у ній, що саме це здебільшого і визначає характер протікання зворотного процесу – впливу природи на розвиток суспільства. Звідси і саму проблему взаємодії природи і суспільства слід розглядати передусім як проблему соціальну (рис. нижче).



Рис. 1.

Взаємодія природи та суспільства:

- 1) природа дає засоби для існування. Вона дає матеріали та енергію, необхідні для життєдіяльності людей. Суспільство знаходить у природі прісну воду для життя, зрошування і промисловості, повітря для дихання й горіння, а також природні шляхи повідомлення, будівельні матеріали тощо;
- 2) природа впливає на розміщення продуктивних сил суспільства та спеціалізацію економіки. Наприклад, не випадково населення Ісландії і Норвегії у своїй абсолютній більшості традиційно займалося рибним промислом, а населення Єгипту – вирощуванням бавовни. Діяльність у Чилі пов'язана з видобутком міді, у Венесуелі – з нафтою. Наявність гідроресурсів накладає відбиток на характер енергетики;
- 3) природа прискорює або уповільнює розвиток продуктивних сил. Вплив цього фактора був особливо значним на ранніх стадіях суспільства, хоча він залишається і донині. Але далі з розвитком продуктивних сил і збільшенням влади людини над природою, значення його буде неухильно знижуватись;

- 4) природа може знищити результати людської діяльності. Такі природні явища як засухи, повені, виверження вулканів, землетруси, можуть загальмувати розвиток суспільства;
- 5) природа впливає на формування та розвиток суспільної свідомості. Наприклад, із створенням теорії відносності суттєво видозмінились погляди на просторово-часову організацію об'єктів природи; розвиток сучасної космології збагатив уявлення про спрямованість природних процесів; досягнення фізики мікросвіту сприяють значному поширенню причинності; прогрес екології призвів до розуміння глибинних принципів цілісності природи як єдиної системи.

Отже, природне середовище має різноманітний вплив на розвиток суспільства, але переоцінювати його не слід. Проте є мислителі, які абсолютизують роль природного середовища або окремих його елементів у житті суспільства. Це представники натуралістичних концепцій розвитку суспільства і прибічники так званого географічного детермінізму. Ці концепції набули найбільшого поширення у ХІХ столітті.

У ХХ столітті з'явилася ще одна течія географічного детермінізму – геополітика. Це доктрина, яка намагається обґрунтувати загарбницьку політику держав через природне середовище, зокрема особливостями їхнього географічного положення, багатством чи бідністю надр, темпами приросту населення тощо. Геополітика поширена у фашистській Німеччині (де, поряд з расизмом, стала провідною доктриною фашизму) і в Японії.

Аналізуючи роль у житті суспільства географічного середовища – частини природи, яка на даний історичний момент включена в процес суспільного виробництва, – не слід ні нехтувати його впливом, ні абсолютизувати його. Роль кліматичних умов, корисних копалин, водних ресурсів тощо надзвичайно велика. Однак не можна не сказати про те, що в однакових кліматичних поясах різні народи живуть по-різному. Очевидно, річ не в “географії”, хоча і нею не слід нехтувати, а в економіці, системі виробництва, організації діяльності, управлінні, політичній системі та культурі. Треба брати до уваги всі чинники суспільного розвитку і в першу чергу – рівень розвитку продуктивних сил. Залежно від їх удосконалення змінюється роль і значення природних факторів у суспільному процесі. Це положення можна простежити за схемою, де умовно між

“природою” і “суспільством” розміщені “продуктивні сили” у вигляді трикутника (рис. нижче).

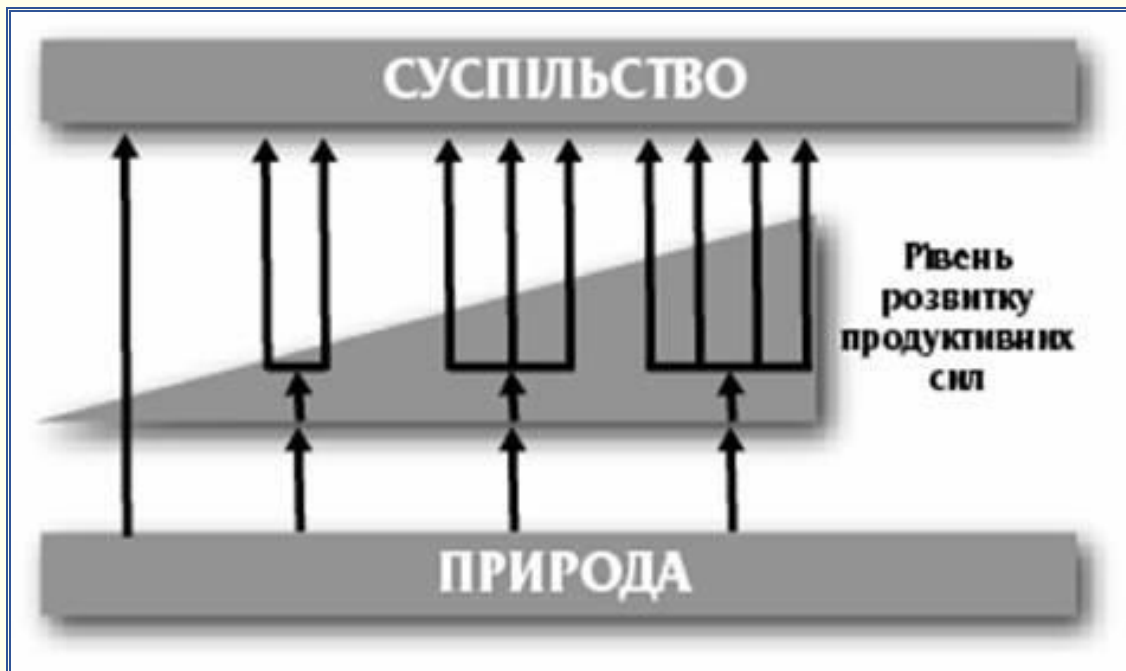


Рис. 2. Схема взаємодії “природа – продуктивні сили – суспільство” у вигляді трикутника

Паралельні лінії від “природи” до “продуктивних сил” виражають відносну незмінність дії природних умов на всіх етапах історії суспільства. Їх вплив на життя людей детермінований рівнем розвитку продуктивних сил. У міру їх удосконалення відбувається залучення до процесу виробництва нових компонентів природного середовища і зменшується залежність суспільства від природних факторів. Отже, матеріальний добробут суспільств створюється передусім працею, а вже потім географічними умовами й іншими факторами.

ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

Забруднення довкілля в розвинених країнах світу є предметом особливої уваги з боку як громадськості, так і державних органів, зокрема вивчається вплив на стан довкілля виробництва енергії (рис. нижче). Все більше держав виділяють дотації своїм громадянам для придбання електричних автомобілів, перехід на сонячні батареї, відмову від подальшої експлуатації та будівництва теплових електростанцій.



Рис. 3. Види забруднення середовища

Споживання енергії пов'язане з усіма видами господарської діяльності людини: з опаленням будинків, приготуванням їжі, рухом транспортних засобів, промисловістю, сільськогосподарським виробництвом.

В Україні зовсім інша ситуація. Тоді як увесь світ йде від теплових електростанцій, Україна збільшує закупівлю вугілля для ТЕС.

Спалювання викопного твердого та рідкого палива супроводжується виділенням сірчистого, вуглекислого і чадного газів, а також оксидів нітрогену, пилу, сажі та інших забруднювальних речовин. Видобуток вугілля відкритим способом, як і торфорозробки, ведуть до зміни природних ландшафтів, а іноді й до їх руйнування. Розливи нафти і нафтопродуктів при видобутку і транспортуванні здатні знищити все живе на величезних територіях (акваторіях).

НАСЛІДКИ ДІЇ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Нижче розкривається вплив на довкілля різних джерел виробництва електроенергії (рис. нижче).

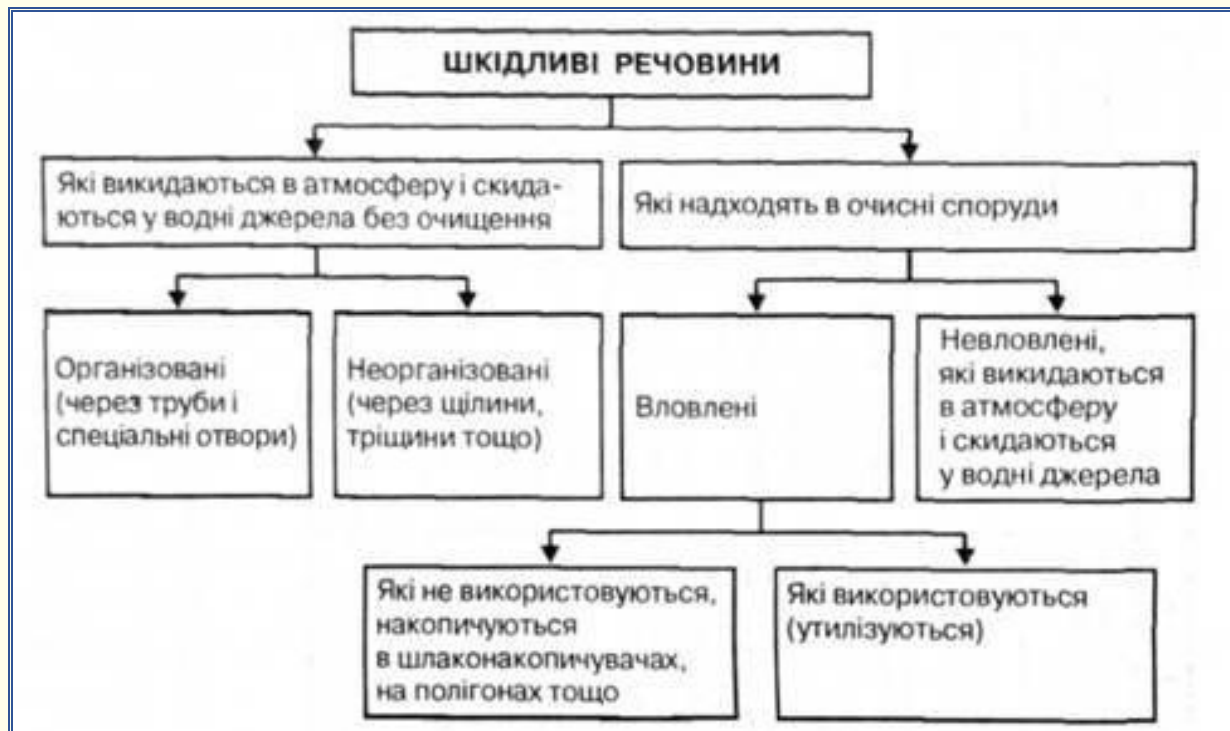


Рис. 4. Типи шкідливих речовин

Вплив шкідливих речовин:

1. Вплив шкідливих викидів теплових електростанцій залежить від кількісних та якісних характеристик відходів, що утворюються у послідовному технологічному ланцюгу роботи станції.

Основними причинами, що призводять до катастрофічного стану довкілля є:

- використання низькосортного палива;
- застаріла технологія виробництва та обладнання;
- висока енерго- та матеріаломісткість;
- високий рівень концентрації промислових об'єктів;
- несприятлива структура промислового виробництва з високою концентрацією екологічно небезпечних технологій виробництва;

- відсутність належних природоохоронних систем (очисних споруд, оборотних систем водозабезпечення тощо) та низький рівень експлуатації існуючих природоохоронних об'єктів;
- відсутність належного правового та економічного механізмів, які стимулювали б розвиток екологічно безпечних технологій та природоохоронних систем;
- відсутність належного контролю за охороною довкілля.

2. Атомні електростанції і екологічні проблеми, що виникають при їх експлуатації.

Атомна енергетика є потенційно небезпечною через:

- можливі аварії на енергоустановках, що супроводжуються викидом у довкілля радіоактивних матеріалів;
- викиди близько 250 радіоактивних ізотопів в навколишнє середовище в результаті роботи ядерних реакторів. Ці радіоактивні частинки разом з водою, пилом, їжею і повітрям потрапляють в організми людей, тварин, викликаючи ракові захворювання, дефекти при народженні, зниження рівня імунної системи і збільшують загальну захворюваність населення, що проживає навколо ядерних установок.
- викиди криптону 85 бета-випромінювач (тип інертного газу), який змінює електропровідність атмосфери. Кількість криптону 85 в атмосфері (в основному за рахунок роботи АЕС) збільшується на 5 % у рік, і зараз його кількість в атмосфері в мільйони разів (!) вище, ніж до початку атомної ери. Цей газ в атмосфері поводить як тепличний газ, вносячи тим самим внесок до антропогенної зміни клімату Землі;
- забруднення біосфери плутонієм. Зараз глобальне забруднення плутонієм приймає катастрофічні розміри: атомні реактори світу провели вже багато сотень тонн плутонію (в 1941 році його було не більше 50 кг) – кількість більш ніж достатня для смертельного отруєння всіх людей, що живуть на планеті;
- радіоактивні відходи – найважливіша причина екологічної небезпеки, яка так і залишається невирішеною. На 424 цивільних ядерних енергетичних реакторах, що працюють у всьому світі, щорічно утворюється велика кількість низько-, середньо- і високорадіоактивних відходів.

Радіоактивне забруднення супроводжує всі ланки складного господарства ядерної енергетики: видобуток і переробку урану, роботу АЕС, зберігання і регенерацію палива. Це робить атомну енергетику екологічно безнадійно брудною. З кожним десятиліттям відкриваються все нові небезпеки, пов'язані з роботою АЕС. Є всі підстави вважати, що і далі виявлятимуться нові дані про небезпеки від АЕС.

3. Вплив водосховищ і гідроелектростанцій на природне середовище

Будівництво та експлуатація великих гідроелектростанцій приводить до:

- відселення людей із зони затоплення;
- знищення цінних видів прохідних і напівпрохідних риб, для яких греблі стають нездоланими перешкодами на шляху до нерестовища;
- втрати лісів і високородючих заплавних земель;
- збільшення ризику виникнення руйнівних землетрусів у передгірних і гірських районах;
- підвищення ризику катастрофічних повеней у місцевостях, що
- знаходяться нижче за течією;
- зміни ландшафтів і їх руйнування;
- втрати джерел доходу частиною місцевого населення.

4. Вплив відновлювальних джерел електроенергії

Незважаючи на очевидні переваги, *відновлювані джерела енергії* також можуть негативно впливати на довкілля. Експлуатація станцій, які виробляють енергію за допомогою відновлюваних енергетичних джерел, пов'язана з вилученням з обігу значних земельних ділянок і, ймовірно, в майбутньому буде супроводжуватися тими чи іншими негативними наслідками для довкілля: змінами ландшафтів (вітряки, сонячні батареї), підвищеним рівнем шуму (вітряки), забрудненням ґрунтів (геотермальні енергоустановки та установки, які працюють на біомасі), згубними впливами на інші природні ресурси (припливно-відпливні електростанції). Крім того, ці енергоустановки зазвичай мають невелику потужність і можуть використовуватися не скрізь (вітряки, сонячні батареї, геотермальні і припливно-відпливні електростанції, метантенки).

Сонце є найпотужнішим джерелом енергії. Її вловлюванню перешкоджає необхідність у вилученні значних площ, де треба розмістити сонячні колектори та значні коливання кількості сонячного світла.

Електроенергія геотермального походження теж утворюється, коли пара обертає турбіну. А нагріває воду до температури утворення пари термальна перегріта вода, яка знаходиться глибоко в надрах Землі. Термальна вода, зазвичай, не контактує з тією, що нагріває пару, – тепло передається через теплообмінувач.

Тож, природна вода повертається у надра, а вторинно нагріта – до турбіни.

Енергія біомаси може утворюватися шляхом спалювання рослинної маси. Цей метод не є шкідливим для довкілля, оскільки викиди вуглекислого газу в атмосферу є незначними. Це відбувається тому, що кількість вуглекислого газу, яку поглинають рослини у процесі фотосинтезу, є такою ж, що й кількість, яка виділяється у процесі спалювання біомаси. Однак, у вугілля виділяється оксид карбону (чадний газ) та сажа.

Крім цього, продуктивність турбіни невисока, що робить цей метод достатньо дорогим, а використання біомаси часто нерентабельним. Альтернативне рішення – переробити рослинну масу на газ, наприклад, метан. Його потім спалюють газові турбіни, які працюють більш ефективно. Цей спосіб має майбутнє там, де є багато відходів сільського господарства. Метанол та етанол, що утворюють в процесі ферментації біомаси, можуть використовуватись як пальне для автомобілів.



Рис. 5. Забруднення навколишнього середовища промисловим виробництвом

ОСНОВНІ ШЛЯХИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Сьогодні під екологізацією розуміють процес поступового і послідовного впровадження систем технологічних, управлінських та інших рішень, які дозволяють підвищувати ефективність використання природних ресурсів і умов поряд з покращенням або хоча б збереженням якості природного середовища. Це одна з головних вимог сучасності в умовах глобальної екологічної кризи. В соціально-економічному плані екологізація повинна спиратися на перехід до природозберігаючих методів господарювання, а в технічному – на екологізацію технологій виробництва і природокористування.

Теоретичні основи екологізації суспільного виробництва вказують напрямки, за якими вона повинна реалізуватись. Ці напрямки, в свою чергу, потребують конкретних шляхів практичної діяльності суспільства з екологізації суспільного виробництва. Екологізація виробництва має ряд аспектів, які сприяють цьому процесу.

Біологічні аспекти екологізації виробництва відповідають її сутності, оскільки передбачають включення у виробничий процес живих організмів. Це стосується, передусім біотехнології – молодій галузі суспільного виробництва.

Біотехнологія використовується при виробництві білкових речовин для одержання штучних кормів. Білкові речовини є продуктом життєдіяльності різноманітних бактерій та дріжджів, а також продуктами біосинтезу білків з амінокислот. В процесах біосинтезу використовують органічну сировину (наприклад, нафту) або відходи (наприклад, ошурки деревини). В цьому плані біосинтез є одним з шляхів екологізації виробництва, але ці процеси не завжди є безвідходними. Стічні води процесів біосинтезу містять значні кількості органічних речовин, які необхідно видаляти з води.

Для очистки та доочистки стічних вод у багатьох випадках використовуються біохімічні методи. Відомі процеси біологічної переробки деяких видів відходів (деревини, рослинності, тваринництва) з одержанням біогазу (при метановому бродінні). Біогаз, який складається на 63-65% з метану та на 32-34% з діоксиду карбону, має високу теплотворну здатність – 23 МДж/кг, може бути додатковим джерелом енергії. Біологі-

чні процеси одержання біогазу самі по собі екологічно не шкідливі, і одержане газоподібне паливо є екологічно чистим.

І, нарешті, такі шляхи підвищення врожайності сільськогосподарських культур, як хімізація сільського господарства (використання пестицидів різного класу) можуть при неправильному їх використанні завдати значної шкоди екосистемам та здоров'ю людей. Перехід до біологічних засобів боротьби з шкідниками, небажаної рослинністю, а також пошук біологічних шляхів розвитку у рослин нових якостей (кількість та якість плодів, швидкість вегетації тощо) може дозволити зменшити забруднення навколишнього природного середовища та підвищити стійкість природних екосистем.

Технологічні аспекти екологізації виробництва реалізуються таким шляхом. Будь-який рівень виробництва визначається рівнем розвитку техніки, а його вдосконалення – новою технікою, яка розробляється і використовується у виробництві. Технічні аспекти екологізації суспільного виробництва передбачають:

- зниження матеріалоемності машин та обладнання, тобто зменшення витрат природних ресурсів на одиницю потужності обладнання, машин, механізмів;
- зниження енергоемності машин, тобто, механізмів, транспортних засобів для їх приведення в рух повинно споживатись менша кількість палива та інших типів енергії (електричної, теплової), які в свою чергу одержують в результаті використання природних ресурсів. Екологізація виробництва в цьому випадку полягає в тому, що зниження енергоемності передбачає зниження використання природних ресурсів і зменшення відходів при їх використанні. Це досягається вдосконаленням конструкції обладнання;
- підвищення продуктивності машин та механізмів, тобто збільшення кількості роботи, яка виконується за одиницю часу, що рівнозначно виконанню рівного об'єму роботи меншою кількістю машин, тобто знижуються матеріальні та енергетичні витрати на одиницю виконаної роботи. Підвищення продуктивності машин та механізмів повинно супроводжуватись підвищенням їх довго строковості використання;

- підвищення одиничної потужності машин та покращення параметрів їх роботи, тобто для переробки певної кількості сировини необхідно меншу кількість одиниць машин та обладнання. Розробка потужних агрегатів та машин зменшить не тільки матеріалоємність та енергоємність в розрахунку на одиницю продукції (сировини), але й потребує менших площ для розміщення, менших витрат земельних та людських ресурсів;
- покращення екологічних характеристик машин та обладнання, тобто робота обладнання повинна супроводжуватись виділенням меншої кількості відходів та інших екологічно шкідливих параметрів.

Технологічні аспекти є також важливими для екологізації виробництва. Рівень та стан технології визначає можливості екологізації технологічних процесів, а рівень технології, в свою чергу, визначається рівнем техніки та наукових досліджень у галузі цієї технології.

Саме технологія та її апаратне оформлення визначають, де і скільки відходів утворюється, які їх властивості. Тому при розгляді питання екологізації виробництва передусім необхідно звернути увагу на технологічні аспекти виробництва. Ці аспекти охоплюють:

- рівень технології за галузями, які добувають природні ресурси та палива, тобто екологічний вплив на надра, ландшафтну структуру та інші природні комплекси технологій добувних галузей (з точки зору зменшення порушення земної поверхні перевагу віддають підземним розробкам. Їх екологічність залежить від способу ведення підземних гірських робіт);
- рівень технології попередньої переробки сировинних природних ресурсів та палива, тобто саме такий вид переробки – збагачення – дає найбільшу кількість відходів, які потрапляють у відвали і є джерелами забруднення навколишнього середовища. При збагаченні необхідно, по-перше, зменшити кількість первинних відходів збагачення, по-друге, значно знизити (а по можливості і зовсім припинити) добування сировини для одержання інших компонентів;
- рівень технології основних переробних виробництв, який визначає виробництво продуктів, необхідний для всіх галузей природного господарства. Технологічний рівень технологічних процесів і викорис-

тання енергоресурсів визначає ступінь екологічності (безвідходності) виробництва;

- рівень технології оброблюваних виробництв, який визначає екологічність виробництва машин, механізмів, обладнання та інших товарів з матеріалів переробних виробництв;
- рівень використання природних енергетичних ресурсів, який є показником енергетичної культури суспільного виробництва. Необхідно зменшувати енергоємності виробництв. Вирішення цієї проблеми можливе при зниженні витрат природних енергоресурсів на одиницю одержуваної продукції, використанні вторинних енергетичних ресурсів та зменшенні втрат та розсіювання теплоти в навколишнє середовище.

На зазначеному методологічному підґрунті можна виділити такі шляхи екологізації природокористування:

- ресурсозберігання;
- біотехнології у сільському, лісовому, водному господарстві, харчовій промисловості, очистці від забруднень;
- повна утилізація відходів;
- оптимальна територіальна організація природокористування;
- поліпшення та відновлення геосистем шляхом комплексу меліорацій та рекультивації земель.

Ресурсозберігання – основний шлях вирішення екологічних проблем людства.

Ресурсозберігання проводять такими способами:

- зменшення матеріаломісткості виробництва;
- зниження енергоємності виробництва;
- впровадження маловідходних технологій та замкнених оборотних циклів виробництва; комбінування;
- комплексне і повне використання видобутої матеріальної сировини;
- використання альтернативних „екологічно чистих“ видів енергії;
- енергозбереження, водозбереження у комунальному господарстві та побуті;
- використання штучних матеріалів замість природних;
- відтворення природних ресурсів.

Ресурсозберігання найбільш відповідає раціональному (оптимальному) природному процесу, бо нормально функціонують ті природні комплекси, які найбільш активно використовують енергію, поспішають утворити ресурси і видаляють відходи. Досягнення 100%-ї безвідходності нереальне, оскільки суперечить другому принципу термодинаміки. У тому випадку, коли в ланцюгу технологічних процесів відходи одного виробництва стають сировиною іншого виробництва, технологія називається реутилізованою. Така технологія може наблизити людство до теоретичного мінімуму глобальних антропогенних процесів, рівного відходам в біосферних циклах (біогенні вапняки, каустобіоліти). Стратегічно важливо прагнути як до мінімуму відходів, так і до реутилізаційних циклів. «Менше сировини, більше розуму» девіз італійської школи менеджменту

Чим нижчий показник природоємності, тим ефективніший процес перетворення природних ресурсів у продукцію, менше відходів і забруднення навколишнього природного середовища (НПС).

Проведений аналіз взаємозв'язку природи і суспільства дає можливість зробити такі висновки.

1. Природа є необхідною умовою матеріального життя суспільства, зокрема фізичного і духовного життя людини, джерелом ресурсів, що використовуються у виробництві, одночасно вона є і середовищем існування суспільства. Єдність суспільства і природи обумовлюється процесом матеріального виробництва.
2. Процес взаємодії природи і суспільства вступив у нову фазу свого розвитку, яка, поряд з розширенням і прискоренням взаємозв'язку між природою і суспільством, характеризується наявністю суперечностей між ними і появою значних екологічних труднощів. Це потребує корінних змін у характері і засобах впливу суспільства на природу.
3. Складною і гострою проблемою системи “природа – суспільство” є демографічна проблема. Екологія людини, забезпечення умов для відтворення генетично, фізично і духовно здорової людини – завдання надзвичайно важливе, не менш важливе, ніж забезпечення умов для збереження навколишнього середовища.

Контрольні запитання

1. Яким чином відбувається взаємодія природи і суспільства?
2. Що таке інгредієнтне забруднення навколишнього середовища?
3. Які фактори відіграють роль в параметричному забрудненні навколишнього середовища?
4. В чому суть стаціонарно-диструкційного забруднення?
5. Що таке біоценологічне забруднення?
6. Які шкідливі наслідки на довкілля від роботи теплових електростанцій?
7. Який вплив відновлювальних джерел електроенергії на довкілля?
8. Назвіть приклади екологізації виробництва?
9. Якими способами можна досягти ресурсозбереження?

Лекція 2

МАЛОВІДХОДНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

1. Безвідходна і маловідходна технологія.
2. Класифікація відходів промисловості.
3. Розробка маловідходних і безвідходних технологій і методів комплексного використання відходів промисловості.
4. Металургія.
5. Паливно-енергетичний комплекс.
6. Хімічний комплекс.

БЕЗВІДХОДНА І МАЛОВІДХОДНА ТЕХНОЛОГІЯ

Застосування безвідходних та маловідходних технологій дає можливість радикального вирішення проблем охорони навколишнього середовища. Використання очисних пристроїв і споруд не дозволяє повністю локалізувати токсичні викиди, а застосування більш досконалих систем очищення завжди супроводжується зростанням витрат на процес очищення. Так, наприклад, очищення стічних вод великого машинобудівного підприємства з ефективністю до 90% забезпечується порівняно легко, але кожний наступний відсоток дає зростання витрат, що линує по експоненційній кривій. Стовідсоткова очистка теоретично можливе, але практично нездійсненна через громіздкість очисних споруд та їх вартості. Отже, потрібно шукати альтернативні рішення, а саме – впроваджувати **маловідходні та ресурсозберігаючі** технології.

Термін "безвідходна технологія", вперше запропонований академіками Н.Н. Семеновим, І.В. Петрянова, отримав широке поширення в нашій країні і за кордоном. Він формулюється наступним чином: **безвідходна технологія** є практичне застосування знань, методів і засобів, з тим щоб у рамках потреб людини забезпечити найбільш раціональне використання природних ресурсів та енергії і захистити навколишнє середовище.

Основою безвідходних виробництв є комплексна переробка сировини з використанням всіх його компонентів, оскільки відходи виробництва – це невикористана частина сировини. Щоб створити необхідну продукцію, отримати енергію, сировину, людина знаходить і видобуває природні ресурси, перевозить їх до місць переробки, виробляє з них предмети. Тим самим людина втягує природні ресурси у виробничий цикл, який відноситься до категорії незамкнутих систем. На кожному етапі ресурсного циклу неминучі втрати або внаслідок особливостей технології, або з суб'єктивних причин. Використовуючи відомий афоризм, можна сказати: забруднення середовища – це природні ресурси, які опинилися не на своєму місці. Таким чином, необхідно прагнути до створення замкнутого технологічного циклу.

Замкнута термодинамічна система дозволяє організувати технологічний процес без обміну речовин з навколишнім середовищем. Технологічним аналогом замкнутої термодинамічної системи можуть служити такі процеси, в яких відсутні відходи виробництва, тобто викиди у вигляді твердих, рідких і газоподібних речовин. Обмін з навколишнім середовищем здійснюється лише за допомогою енергії вихідної сировини, готової продукції та енергетичними викидами. У замкнутому безвідходному виробництві всі відходи можуть бути повністю використані на даному підприємстві або суміжному виробництві.

Для задоволення потреб економіки країни щорічно на душу населення в господарський оборот втягується до 20 тонн природної сировини. У промисловості близько 70% витрат припадає на сировину, матеріали, паливо та енергію. В умовах постійно наростаючого дефіциту природних ресурсів важливу роль відіграє раціональне, комплексне і економічне їх використання, зниження металоємності і енергоємності промислового виробництва.

Таким чином, **малоотходная і безвідходна (ресурсозберігаюча) технологія** повинна забезпечити:

- комплексну переробку сировини з використанням всіх його компонентів на базі створення нових безвідходних процесів;
- створення і випуск нових видів продукції з урахуванням вимог повторного їх використання;

- переробку відходів виробництва та споживання з отриманням товарної продукції або будь-яке корисне їх використання без порушення екологічної рівноваги;
- використання замкнутих систем промислового водопостачання.

Вдосконалення технологічних процесів і особливо створення принципово нової технології отримання продукту супроводжується значним скороченням частки відходів виробництва. Як приклад можна навести технологію отримання глинозему з нефелінового концентрату, коли на вхід процесу подають сієніт концентрат і вапняк для отримання шихти, що йде потім на спікання і вилуговування.

Підприємство безвідходного виробництва в певній мірі моделює біохімічні системи використання природних ресурсів, які встановилися в результаті еволюційного процесу. Основні принципи організації такого підприємства:

- по можливості повне перенесення речовини на вироблену продукцію;
- передача відходів з одного виробництва в інше, для якого вони повинні служити сировиною;
- об'єднання різнотипних підприємств в один функціональний комплекс, що використовує всі утворюються в процесі виробництва речовини і отримує в кінцевому підсумку тільки готову продукцію;
- залучення відходів виробництва у виробничий процес з метою остаточної їх переробки.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ

Наука і техніка початку третього тисячоліття розвивається в темпах геометричної прогресії, не є винятком і промисловість як одна з найбільш масштабних сфер діяльності людини. Подібного роду тенденція поширилася по всьому світу і вже захопила країни, які розвиваються, у минулому слаборозвинені. Україна має досить потужний промисловий потенціал, що дістався їй у спадок від Радянського Союзу, після розпаду якого до цих пір промисловість нашої країни не оговталася в повній мірі. У зв'язку з недосконалістю технологічних процесів на даному етапі не-

минучий негативний вплив промисловості на навколишнє середовище, промислових відходів як компонента даного впливу. Щорічно у всьому світі і в нашій країні мільйони тон твердих, пастоподібних, рідких, газоподібних відходів надходить у біосферу, завдаючи тим самим непоправної шкоди як живій, так і неживій природі. У глобальних масштабах змінюється кругообіг води і газовий баланс в атмосфері. Величезна кількість видів живих істот піддаються впливу небезпечних речовин, в тому числі на генетичному рівні, звідси випливають поразки цілого ряду поколінь організмів, а може і множини. Стало очевидним, що і люди не застраховані від плодів своєї безпечності та недбалого ставлення до природи. Так, лише по закінченню кілька десятиліть після створення великих промислових вузлів, на яких проводився недостатньо або не проводився зовсім контроль над викидами токсичних відходів в біосферу, в околицях стали з'являтися на світ діти з очевидними мутаціями. Якщо люди в змозі подбати про себе, тварини і рослини самі на це не здатні, тому необхідно ретельно стежити за розвитком і життєдіяльністю організмів в зонах прямого і непрямого впливу промислових підприємств та суміжних з ними об'єктів. Незважаючи на давність і багатого числа досліджень в області екологічно чистого виробництва, проблема утилізації та переробки промислових відходів залишається актуальною досі.

Негативний вплив промисловості виражається у впливі на конкретні частини природи і на біосферу в цілому відходів від процесів видобутку та переробки природних ресурсів. Відходи виробництва і споживання є джерелом антропогенного забруднення навколишнього середовища в глобальному масштабі і виникають як неминучий результат споживацького ставлення і недозволених низького коефіцієнта використання ресурсів.

Промвідходи найчастіше є хімічно неоднорідними, складними полікомпонентними сумішами речовин, з різними хіміко-фізичними властивостями, представляють токсичну, хімічну, біологічну, корозійну, вогне- і вибухонебезпечність. Існує класифікація відходів за їх хімічної природи, технологічними ознаками утворення, можливості подальшої переробки та використання. У нашій країні шкідливі речовини характеризуються за чотирма класами небезпеки, від чого залежать витрати на переробку та захоронення.

1. *Надзвичайно небезпечні.* Відходи, що містять ртуть та її сполуки, в тому числі сулеми, хромовоокислий і ціаністий калій, сполуки сурми, в тому числі трьоххлорну сурму, бенз-а-пірен.
2. *Високо-небезпечні.* Відходи, що містять хлористу мідь, сульфат міді, щавлевокислу мідь, триокисну сурму, сполуки свинцю.
3. *Малонебезпечні.* Відходи, що містять сульфат магнію, фосфати, сполуки цинку, відходи збагачення корисних копалин флотаційним способом із застосуванням амінів. У промислово розвинених країнах частка витрат на реалізацію екологічних способів виробництва від вартості кінцевої продукції 30-50%. У нашій країні до цих пір економіка промислового виробництва недостатньо враховує або не враховує зовсім збитки від деградації природного середовища, собівартість продукції визначається без урахування вартості природи.

РОЗРОБКА МАЛОВІДХОДНИХ І БЕЗВІДХОДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МЕТОДІВ КОМПЛЕКСНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ

Важливість економного та раціонального використання природних ресурсів не потребує обґрунтування. У світі безперервно зростає потреба в сировині, виробництво якої обходиться все дорожче. Будучи міжгалузевою проблемою, розробка маловідходних і безвідходних технологій і раціональне використання вторинних ресурсів потребує прийняття міжгалузевих рішень. *Вторинні матеріали і ресурси (ВМР)* – відходи виробництва та споживання, які на даному етапі розвитку науки і техніки можуть бути використані в народному господарстві як на підприємстві, де вони були утворені, так і за його межами. До ВМР не відносяться зворотні відходи виробництва, що використовуються повторно як сировина технологічного процесу, в якому утворюються. Побічні продукти і відходи – можлива сировина для інших виробництв. Побічні продукти можуть бути запланованими і давати прибуток з їх продажу або використання. Відходи – небажані, але неминучі продукти. Класифікуються ВМР за наступними критеріями:

1. За галузями промисловості або звідки виходять відходи.
2. За технологічними процесами.

3. За видами ресурсів.
4. За ступенем і можливістю використання.
5. За агрегатним станом.

У залежності від можливості використання ВМР поділяються:

1. Реально можливі до використання, тобто існують ефективні умови переробки та використання;
2. Потенційно можливі до використання, ВМР, використання яких поки економічно і технічно недоцільне.

За джерелами своєї появи існують ВМР:

1. Відходи промислового виробництва та будівництва – залишки сировини, матеріалів або напівфабрикатів, придатні до використання в якості сировини, допоміжних матеріалів або готової продукції.
2. Відходи сфери споживання:
 - відходи засобів виробництва, що втратили непридатність для подальшого використання;
 - відходи предметів споживання – вироби непридатні для використання за призначенням, але потенційно придатні як вторинна сировина;
 - тверді побутові відходи, що утворюються населенням в процесі життєдіяльності і навряд чи мають придатність.
3. Відходи сфери обігу, тобто матеріали, що прийшли в непридатність через необережне транспортування, складування і навантаження-розвантаження. Крім цього ВМР можуть бути використані в місцях свого утворення або в інших галузях господарства. Маловідходні та безвідходні технології (МБТ), як правило, орієнтовані на найбільш важливі галузі народного господарства: виробництво та раціональне використання металів, будматеріалів, деревини, корисних копалин. Існує кілька основних напрямків по здійсненню МБТ:
 - 1) створення та впровадження процесів комплексної переробки сировини без утворення відходів;
 - 2) переробка всіх видів відходів виробництва і споживання з отриманням товарної продукції;

- 3) випуск нових видів продукції з урахуванням вимог її повторного використання;
- 4) застосування замкнутих систем промислового водопостачання з використанням опадів очисних споруд;
- 5) організація безвідходних територіально-промислових комплексів та економічних регіонів.

При цьому необхідно дотримуватися ряду умов:

- 1) використання всіх компонентів тієї чи іншої сировини, які зазвичай не знаходять застосування внаслідок відсутності необхідних виробничих умов та навичок обробки, і зараховуються до відходів;
- 2) взаємозв'язок з екологічною ситуацією, в якій реалізуються проекти (викиди в атмосферу, водойми, ґрунт, відчуження орних або придатних для інших цілей земель під поховання або складування);
- 3) можливість залучення в господарський оборот ресурсів, що раніше не використовувалися;
- 4) застосування однієї або мінімуму прогресивних операцій у загальному технологічному ланцюзі приводить до необхідності переводити всю технологічну систему на новий рівень;
- 5) можливість отримання нових матеріалів з необхідними характеристиками;
- 6) поліпшення умов праці за рахунок скорочення процесів, супроводжуваних виділенням шкідливих газів і пилу.
- 7) усунення шкідливих компонентів в якості проміжних продуктів і каталізаторів. Багатостороннє і глибоке освоєння безвідходних виробництв – довготривала і копітка справа, яка належить ряду поколінь учених, інженерів, техніків, екологів, економістів, робітників різного профілю та багатьох інших фахівців. Повністю безвідходне виробництво – далека перспектива, але необхідно вже зараз вирішувати це завдання, як на загальноекономічному рівні, так і в окремих галузях господарства.

МЕТАЛУРГІЯ

Переробка руд чорних і кольорових металів, їх збагачення, лиття, прокат, металообробка – джерело втрат колосальної кількості металів. Завдання комплексного використання сировини в металургії – раціональна повнота вилучення основних і супутніх елементів, утилізація відходів видобутку, збагачення руд без нанесення шкоди навколишньому середовищу. Крім цього металургія є досить земле – і водоемною галуззю. Незважаючи на наявність технологій вилучення цінних попутних компонентів з залізної руди на більшості комплексних родовищ, корисні матеріали скидаються у відвали. Серед цінних компонентів руд чорних металів (Fe, Mn, Cr) зустрічаються W, Ti, Co, Ni, Zn, Cu, рідкісні метали. При збагаченні та обробці руд велику кількість відходів при відповідній обробці може стати товарними продуктами. Часто в попутно витягуваній породі (особливо при відкритому способі видобутку) містяться багато нерудних корисних копалин, серед них: крейда, придатна для вапнування ґрунтів і наповнювача при виробництві фарб; сланці для виготовлення щебеню; глини і суглинки – сировина для фаянсової промисловості та виготовлення технічної кераміки, емалей, кольорового скла; кварцові піски для скляної промисловості; мергель, що є сировиною для виготовлення вапна та цементу; граніти і гнейси.

У доменній печі утворюються за рахунок порожньої породи руди і золи коксу шлаки, до складу яких входять CaO , SiO_2 , FeO , MgO , Al_2O_3 , CaS , MnS , FeS , TiO_2 , сполуки P, в залежності від співвідношення компонентів шлаки можуть бути основні, нейтральні і кислі. При мартенівському способі основні шлаки здатні видаляти в процесі виплавки з металу домішки сірки і фосфору. Шлаки – цінна сировина для будівельної і дорожньо-будівельної галузей. Шлаковий щебінь в 1.5-2 рази дешевше природного, шлакова пемза – втричі дешевше керамзиту і вимагає менше питомих витрат. Використання гранульованого шлаку в цементній промисловості збільшує вихід цементу, знижує собівартість і питомі витрати на його виробництво в порівнянні з природною сировиною – цементним клінкером. Застосування шлаків при вторинній переробці металів для розкислення сталі, скорочує витрату дефіцитного феросиліцію. Припустимо на-

віть застосування металургійних шлаків як абразивного матеріалу для очищення днищ суден. Конвертерні шлаки можуть використовуватися у гідротехнічному будівництві для обсіпання дамб замість ґрунту. Для відходів з заліза застосовується пряма флотація руди, суха магнітна сепарація, магнітно-флотаційний спосіб. Використання шлаків зменшує вміст заліза в доменній шихті, знижує продуктивність доменних печей, збільшує витрату коксу. У всіх металургійних процесах утворюється значна кількість пилу, яку необхідно вловлювати і утилізувати з метою вилучення металів, які містяться в них і підтримки необхідного рівня охорони навколишнього середовища. Для цього застосовуються системи сухого та мокрого пиловловлювання. Основна проблема при уловлюванні металургійного пилу – підвищений вміст цинку і свинцю, які порушують процеси пиловловлювання і власне виплавки. У США Zn і Pb виділяються шляхом збору пилу, що містить крім них залізо, і наступного дроблення так, що більш дрібні частинки складаються в основному з сполук цинку і свинцю, а більші в основному з Fe_2O_3 , що ґрунтується на різній крихкості згаданих з'єднань. У Німеччині для даних цілей використовуються розчини сірчаної, азотної або оцтової кислот, які здатні розчинити майже весь Zn, але при малих його концентраціях розчинитися може і залізо. У Японії поділ Fe- і Zn-вмісних відходів звичайною магнітною сепарацією. У Бельгії і Люксембурзі цинк і свинець із Fe-вмісних відходів виділяються методом флотації та екстракції лужними розчинами. Крім оксидів заліза, свинцю і цинку пил і шлами містять оксиди Mn, Mg, Ca, Cr, Ni, Cd і інших елементів, які можна використовувати.

Особливе місце займають установки уловлювання SO_x і NO_x , тому що цей процес вельми скрутний внаслідок низьких концентрацій даних речовин. Існує досвід використання шлаків сірко очистки після мокрої вапняної обробки для меліорації ґрунтів, що збільшує вміст у ґрунті кальцію, магнію, кремнію і зменшує кількість алюмінію, міді, цинку, миш'яку, марганцю. Дія подібного роду добрив не слабшає протягом п'яти років і додає урожай зернових і кормових культур на 25-30% (4-5 т шламу на 1 га).

Нефелін – один з компонентів апатиту-нефелінових руд, які є сировиною для хімічної промисловості, містить, крім фосфору, алюміній, натрій, калій, титан, залізо, стронцій, рідкісні метали. Нефелін є альтерна-

тивною бокситу, сировиною для алюмінієвої промисловості та родовища яких постійно виснажується. З попутних продуктів, які утворюються при переробці нефелінових руд в глинозем, можна виготовляти і вже виробляються содові продукти і цемент. Існують два основних способи переробки нефелінових руд.

Спікально-лужний спосіб. Суть методу полягає у високотемпературному розкладанні нефеліну в присутності CaCO_3 . При цьому в нефелін, що містить глинозем, лугом утворюють алюмінати Na і K , а кремнезем – ди-кальцієвий силікат. Шляхом подальшої переробки одержуваних продуктів забезпечується отримання глинозему, содо-калієвого розчину, використуваного для виробництва соди і поташу, і нефелінового шламу – сировини для виробництва цементу.

Гідрохімічний спосіб. Даний метод заснований на автоклавному розкладанні нефеліну концентрованим розчином їдкого лугу в присутності вапна. У результаті утворюються з алюмінатів і силікатів лужні алюмосилікати, які залишаються в осаді. Процес оптимально протікає при 260-300 °C і 3 МПа. Однак гідрохімічний спосіб переробки сировини, що містить нефелін вимагає велику кількість лугу, високої витрати тепла і підвищеного водного балансу.

На шляху до створення екологічної і маловідходної металургії зарубіжними державами був накопичений чималий досвід. У різних країнах світу застосовуються різні методи утилізації та переробки відходів металургії: в автодорожньому та залізничному будівництві, у сільському господарстві в якості добрив, в будівельній промисловості та інших галузях. Безперечне лідерство в цьому належить Японії. При виплавці марганцевих сплавів утворюється велика кількість газів (700 м³ /г вуглецевого феромарганцю), частина якого (CO_2) досить ефективно (на 84%) використовується в якості джерела тепла сушіння сирих матеріалів, що дозволяє заощадити до 16 млн. т на рік мазуту. Доменний газ застосовується для виробництва метанолу, етанолу, етиленгліколю, етилену, пропілену, оцтової кислоти, коксовий газ – у виробництві метанолу й аміаку. Яскравим прикладом використання безвідходної технології в нашій країні може служити Пікальовський глиноземний комбінат.

ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КОМПЛЕКС

ПЕК – один з найбільших забруднювачів навколишнього середовища твердими, рідкими і пилоподібними відходами, тому що сам процес виробництва теплової або електричної енергії передбачає спалювання органічного палива з неминучим утворенням токсичних компонентів. Крім цього з відходами видобутку і збагачення палива втрачається велика його кількість.

Існує класифікація на основі літологічного складу відходів видобутку і збагачення вугілля:

- глинисті (> 50% глини);
- піщані (> 40% пісковика і кварциту);
- карбонатні (> 20% карбонатів).

Крім цього відходи різняться за фізико-хімічними та теплофізичними властивостями, за характеристикою органічної речовини. Породи розкриття, що відрізняються високим вмістом мінеральних речовин, можуть бути використані для енергетичних цілей після попереднього збагачення з отриманням кондиційного по зольності продукту. Породи розкриття можуть застосовуватися як закладний матеріал для рекультивації земель, а шахтні – для закладання шахтного простору. Можливе застосування навіть без селективної обробки складають літологічні різниці як сировина для виробництва пористих заповнювачів для легких бетонів, керамічних матеріалів, при будівництві дамб та інших споруд, у будівництві будинків і дамб, в фільтрових установках. Шахтні породи часто містять велику кількість мікроелементів, необхідних для живлення рослин, тому можуть застосовуватися в якості добрив ґрунтів, розбалансування яких відбувається в результаті інтенсифікації і хімізації сільського господарства. Відходи вуглезбагачення, які містять велику кількість горючої маси, можуть бути піддані додатковому збагаченню з отриманням кондиційного по зольності твердого палива або безпосередньо використані для спалювання і газифікації. Можливо спалювання високозольних відходів вуглезбагачення в пиловатому стані на електростанціях, в тому числі на великих, при цьому зменшуються викиди SOX і NO_x в навколишнє середовище. У деяких зарубіжних країнах знайшли застосування плазмові печі для переплавки легованих відходів і відновної плавки. Для цієї

мети розроблені і використовуються різноманітні генератори плазми і дугові плазмові пальники різної потужності, де можливе відновлення руд відходами вуглезабагачення і вироблення певної кількості електроенергії за рахунок газів, що відходять. У результаті гравітаційної сепарації деякого вугілля можна визначити високозольні фракції, в яких містяться ряд мікроелементів (Ag, As, Cd, Mn, Mo, Ni, Pb та інші) в 1.3-1.4 рази вище, ніж у вихідному вугіллі. Більша частина мікроелементів може бути залучена з продуктів термічної обробки або збагаченого твердого пального. За допомогою біологічних методів можна витягувати з вугілля та частини вугільних відходів органічну сірку, різні метали (Mn, Ni, Co, Zn, Ca, Al, Cd) золу, кисень – і азотовмісні сполуки. Очищення вугілля може здійснюватися за 6 діб на 93% при застосуванні термофільних бактерій і 18 діб мезофільними бактеріями.

ХІМІЧНИЙ КОМПЛЕКС

З усіх видів мінеральної сировини особливе місце займають агрохімічні руди, що містять фосфор, від яких значною мірою залежить родючість ґрунтів, а з урахуванням виснаження багатої фосфором сировини найважливішою проблемою є ефективне використання корисних компонентів надр і руди.

Значення фосфору в природі укр. важливо. Мінеральний фосфор входить до складу кісткової тканини хребетних і зовнішніх скелетів ракоподібних і молюсків. Фосфор присутній в м'яких тканинах рослин і тварин. Фосфоровмісні і органічні сполуки забезпечують перетворення хімічної енергії в механічну енергію м'язових тканин. Цей елемент входить до складу нуклеїнових кислот, що регулюють спадковість і розвиток організмів.

Виробництво фосфорних мінеральних добрив – головна сфера застосування фосфатної сировини. Більш повна виїмка попутних корисних компонентів з фосфоритів і апатитів шляхом флотації, тобто використовувати різну щільність матеріалів щодо щільності води.

Один з найважливіших попутних компонентів апатитових руд – нефеліну.

Ще один мінерал, що має велике значення і що міститься в апатитових рудах – сфен. До складу даної сполуки входить титан (CaTiSiO_4 (O, OH,

F)), а диоксид титану – важливий компонент при виробництві лакофарбових виробів. Перспективність сфену як сировини пов'язана з великими запасами цього мінералу в нашій країні (головним чином у Хібінах) і, з урахуванням комплексної переробки апатитових руд, низькою собівартістю TiO_2 , що міститься в них. В даний час існують різні технологічні системи й способи переробки сфенового концентрату: хлорна; азотнокисла; сірчаноокисла; спікання з кухонною сіллю, кремнефторидом, сульфатом амонію. Однак найбільш прийнятною є сірчаноокисла технологія, коли як інші методи дуже складні і не отримали промислового розвитку.

У нашій країні і за кордоном проводяться роботи по отриманню з горючих сланців бітумів, масляних антисептиків для деревини, отрутохімікатів, сірки, гіпосульфїту, бензолу, лаків, клеїв, дубителів, шлакової вати, матів для будівельної індустрії і багато чого іншого.

У хімічній промисловості також використовуються відходи виробництва диметилтереоргалату для синтезу алкідних полімерів. Відходи каталізаторів виробництва мономерів використовуються в будівельних лакофарбових пігментах. Відходи гідроксилвмісних сполук від виробництва ксилїту йдуть на виготовлення простих і складних олігоефірів – компонентів лакофарбових матеріалів, відходи виробництва меланїну – ПАР-диспергаторів. Каталізатори алкілування бензолу виготовляються з відходів кабельної промисловості, що містять алюміній. Відходи виробництва капролактаму – компоненти мастильних матеріалів або пластифікуючі добавки до бетонних сумішей.

Контрольні запитання

1. Які речовини називають відходами виробництва?
2. Що називають відходами споживання?
3. Як класифікують відходи за можливості використання?
4. Охарактеризуйте класифікацію відходів за небезпекою.
5. Охарактеризуйте розробку маловідходних і безвідходних технологій.
6. використання відходів промисловості.
7. Відходи металургії.
8. Утилізація відходів паливно-енергетичного комплексу.
9. Використання відходів хімічного комплексу.

Лекція 3

РОЛЬ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАБРУДНЕННІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

1. Теплові електростанції.
2. Атомні електростанції.
3. Гідроелектростанції.
4. Альтернативні джерела енергії.

ТЕПЛОВІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Енергетика – це галузь господарства, котра охоплює енергетичні ресурси, добування, перетворення, передачу і використання різноманітних видів енергії.

Електрична станція – це сукупність установок, обладнання та апаратури, які використовуються безпосередньо для виробництва електричної енергії, а також необхідні для цього споруди та будівлі, розташовані на певній території. Тобто, підприємства, призначені для виробництва електричної енергії, називають електростанціями.

Теплові електростанції (ТЕС) перетворюють хімічну енергію палива (вугілля, нафти, газу тощо) послідовно в теплову, механічну і електричну енергію. За енергетичним устаткуванням ТЕС поділяють на паротурбінні, газотурбінні та дизельні електростанції. Теплові електростанції є основою електроенергетики. Паливо, що використовується на ТЕС – вугілля, природний газ, мазут, сланці, дрова.

Термодинамічні основи роботи ТЕС: на паротурбінних електростанціях ротори електричних генераторів приводяться до обертання паровими турбінами, у яких теплова енергія пари перетворюється в кінетичну, що передається роторові турбіни. Таким чином, водяна пара є робочим тілом паротурбінної електростанції. Пара необхідних параметрів утворюється у котлі за рахунок теплоти, що виділяється при спалюванні органічного палива.

Суттєвим є те, що теплові електростанції негативно впливають на навколишнє середовище. ТЕС, що використовують тверде паливо, вики-

дають у атмосферу частину золи, яка не уловлюється, та недогорілі частки палива, сірчистий та сірчаний ангідрид, окис азоту та окис вуглецю; при використанні органічного палива – природного газу – в атмосферу потрапляють токсичні окисли азоту та окис вуглецю, бензопірен.

Енергетичні ресурси – це будь-які джерела механічної, хімічної та фізичної енергії. У 1995 р. власними енергоресурсами Україна була забезпечена на 44,4%, в тому числі вугіллям на 81,3, газом на 21,2 та нафтою на 22,5%. Але за останні роки виробництво та видобуток основних видів енергоресурсів, насамперед вугілля, має стійку тенденцію до зменшення.

Вторинні енергетичні ресурси – це енергія різних видів, що залишає технологічний процес або установку, використання не є обов'язковим для здійснення основного технологічного процесу. Джерело вторинних енергетичних ресурсів – низько потенціальна теплота нагрітої води конденсаційних приладів, з якої може витрачатися до 50% теплоти палива, що використовується на електростанціях.

Основна частка електроенергії, що виробляється в Україні, належить ТЕС (60% – 1994 р., 58,4% – 1995 р., 52% – 1997 р.). Але частка вугілля в структурі енергоресурсів, що використовуються для виробництва електроенергії та тепла, складає 32-34% (34% – 1995 р.). Виробництво електроенергії на ТЕС України, які використовують вугілля – процес екологічно не чистий. Крім цього, для підтримки стійкого горіння низько реакційного високо зольного палива (типу антрацитів та пісного вугілля з зольністю 25-40% при проектних не більше 20%) доводиться додатково використовувати імпортовані мазут та газ.

Характеристика впливу на довкілля. Взаємодія енергетичного підприємства з навколишнім середовищем відбувається на всіх стадіях добування та використання палива, перетворення та передачі енергії.

ТЕС активно споживають повітря. Продукти згоряння, які утворюються, передають основну частину теплоти робочому тілу енергетичної установки, частина теплоти розсіюється в навколишнє середовище, а частина виноситься з продуктами згоряння крізь димову трубу в атмосферу, де містяться оксиди нітрогену NO_x, Карбону CO_x, Сульфуру SO_x, вуглеводні, пару води та інші речовини у твердому, рідкому та газоподібному стані.

Основними факторами впливу ТЕС на літосферу є осадження на її поверхні твердих часток та рідких розчинів продуктів викидів в атмосферу, споживання ресурсів літосфери, в тому числі вирубування лісів, добування палива, вилучення з сільськогосподарського обороту орних земель та луків під будівництво ТЕС та золо відвалів. Наслідком цих перетворень є зміна ландшафту.

Електростанція потужністю 100 МВт, працююча на вугіллі, навіть з можливостями нейтралізації до 80% двоокису сірки, буде мати річні викиди в атмосферу близько 5000 тонн SO_2 та 10000 тонн NO_x . На поверхні Землі в районі електростанції утворюються близько 400 000 тонн золи, в якій приблизно 80 тонн важких металів, включаючи миш'як, свинець, кадмій, ванадій та ін. Теплова електростанція потужністю 1 000 МВт при спалюванні палива витрачає таку кількість кисню, яку виділяє 101 000 гектарів лісу.

Характерні забруднення ТЕС: золіві поля, теплові та хімічні забруднення водних басейнів, шумовий вплив на найбільші житлові райони (особливо у великих містах), електромагнітне випромінювання та ін.

Термодинамічна особливість виробництва електроенергії на ТЕС полягає в тому, що близько 2/3 теплової енергії з технологічного циклу відводиться в навколишнє середовище. Відвід теплової енергії потребує річок, природних водойм або створення ставків-охолоджувачів, тобто з потреб народного господарства відбираються додаткові площі, призначені для інших цілей використання.

Заходи боротьби зі шкідливим впливом на довкілля. Проблема запобігання забрудненню навколишнього середовища продуктами згоряння органічних палив ускладнюється процесом урбанізації, який сприяє економічному розвитку. Санітарне законодавство, яке обмежує викиди шкідливих домішок у навколишнє середовище при виробництві електроенергії, у різних країнах різне. У промислово розвинутих країнах встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК) речовин, які забруднюють повітря та водойми. Теплові викиди ТЕС менш помітні для навколишнього населення, ніж викиди забруднюючих речовин. При будівництві електростанцій тепловий скид існуючими нормативами не обмежують, а лише вимагають, щоб підігрів води у водоймах не перевищував її природної температури влітку на 30С, а взимку на 50С. Щодо темпера-

тури та кількості газових викидів в атмосферу ніяких обмежень не існує. Таким чином, задача запобігання шкідливому тепловому забрудненню водного басейну для ТЕС – це скорочення теплових скидів, які безперервно збільшуються, шляхом підвищення економічності електростанцій та раціональна організація розсіювання тепла у просторі з переводом його частини у прихований стан випаровуванням нагрітої води.

Одним з найбільш перспективних та радикальних напрямків у запобіганні викидами забруднюючих речовин в атмосферу та природні водойми є зміна технології виробництва електроенергії, котра дозволила б значно скоротити шкідливі викиди.

Проблема запобігання забрудненню водних басейнів може бути вирішена більш просто та досконало, ніж захисту атмосферного повітря, оскільки основними відходами енергетичного виробництва є газоподібні продукти, котрі викидаються в атмосферу.

Особливо поставлене питання про запобігання забрудненню земельних угідь золовідвалами. Для зменшення забруднення місцевості ТЕС твердими відходами необхідно вживати заходів щодо поставки на електростанції палив з меншим вмістом породи, а також збільшувати масштаби використання у народному господарстві золи та шлаку. Актуальними є проблеми створення нефільтрованих золовідвалів, а також біологічні та агротехнічні питання пов'язані з рекультивацією відпрацьованих золовідвалів.

АТОМНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Ядерна енергетика ґрунтується на перетворенні внутрішньоядерної енергії в інші види: теплову, механічну та електричну, а потім використання її для промислових та побутових потреб. На атомних електростанціях (АЕС) ядерна енергія перетворюється в електричну: АЕС використовує теплоту, котра утворюється в ядерних реакторах внаслідок ланцюгової реакції поділу ядер деяких важких елементів, і потім перетворює її в електричну енергію.

Атомна енергетика – це не тільки атомні електростанції, а й комплекс підприємств, які потрібні для забезпечення їх паливом. Це рудники, де добувають уранову руду, заводи по її переробці і виділенню окислу

урану, підприємства, на яких відокремлюють ізотопи урану і створюють тепловиділяючі елементи. Після того, як ці елементи з ураном використовують на атомній електростанції, їх транспортують на завод, де з цього використаного палива відокремлюють осколки поділу і неспалене паливо. Цей цикл закінчується захороненням або утилізацією решток поділу та інших радіоактивних елементів.

Ядерна енергія – найбільш концентрована форма енергії, котра використовується людиною. Коли ядра важких атомів діляться на дві частини, відбувається виділення енергії: миттєве або вибухове – в атомних бомбах, і повільне, кероване – в ядерних реакторах.

В природі існує тільки один елемент, який сам ділиться – це уран. Уранова руда складається з трьох ізотопів: урану-234, урану-235 та урану-238; і тільки уран-235 підходить як паливо для ядерних електростанцій. До складу руди входить не більше 0,7% урану-235. Кількість ізотопу збільшується в процесі збагачення приблизно до 90% урану-235.

Для того, щоб уранове паливо та шкідливі і дуже радіоактивні продукти поділу не потрапили в навколишнє середовище і не впливали на людину, а також на все інше живе, його поміщують в тонкі, схожі на олівець оболонки. Це сталеві колонки з товщиною стінки 20-30 мм, з нержавіючої сталі. Вони також ще називаються тепловиділяючими елементами (ТВЕЛ), які звичайно встановлюються вертикально, щоб потік води чи газу, який протікає між ними, сприймав тепло, що виділяється при поділі. Проходячи між гарячими ТВЕЛами, охолоджувальна речовина нагрівається, виводиться назовні і використовується для отримання пари, яка необхідна для приводу турбогенератора ТЕЦ.

Вплив атомної енергетики на природне середовище відносно невеликий: виробництво енергії на АЕС не супроводжується використанням кисню, забрудненням атмосфери CO, SO₂, золою, а викиди в атмосферу радіоактивних речовин значно нижчі від встановлених норм, ніж ТЕЦ.

Екологічний вплив АЕС дуже великий в “тепловому” відношенні, забрудненні води та підвищенні її температури. Хоч і цей недолік можна використовувати в сільському господарстві, якщо не перевищені норми радіації; їх можна використовувати в тепличних, тепловодних рибних та мікробіологічних господарствах тощо.

Характеристика впливу на довкілля. На сьогодні у світі працює близько 400 атомних електростанцій (АЕС). Вони забезпечують майже 10% енергії, що виробляється на Землі.

В Україні атомні електростанції займають провідне місце, виробляючи близько 45% електроенергії. Проте їхня експлуатація пов'язана з низкою екологічних проблем. До них можна віднести: утилізацію радіоактивних відходів; великі об'єми теплових забруднень; виробництво та розповсюдження ядерної зброї.

У процесі роботи на атомних електростанціях використовують як паливо радіоактивні елементи – уран, торій і плутоній. Отримання енергії базується на реакціях радіоактивного розпаду елементів, що відбувається в реакторах. Проте після використання паливні відходи досить радіаційні і небезпечні для всього живого, тому потребують тисячолітньої ізоляції для остаточного розпаду. На сьогодні немає прийнятої екологічної програми утилізації радіоактивних відходів у будь-якій формі.

Серйозний вплив атомних електростанцій на навколишнє середовище виявляється у регіональних змінах кліматичних умов у зв'язку з концентрацією великих обсягів теплових викидів на порівняно невеликих територіях.

Іншим небезпечним явищем, пов'язаним із діяльністю атомних електростанцій, є виробництво і розповсюдження ядерної зброї.

Унаслідок продукування атомної енергії неминує виникає плутоній. Він міститься у відпрацьованому ядерному паливі. З кульки плутонію розміром з тенісний м'ячик можна зробити атомну бомбу, що здатна знищити тисячі людей.

При нормальному експлуатуванні АЕС дають значно менше шкідливих викидів в атмосферу, ніж ГЕС, які працюють на органічному паливі. Робота АЕС не впливає на вміст кисню і вуглекислого газу в атмосфері, не змінюючи їх хімічного складу.

Основний фактор забруднення – радіоактивність. Радіоактивність контура ядерного реактора обумовлена активністю продуктів корозії і проникнення продуктів поділу в теплоносії. Це стосується майже всіх речовин, які взаємодіють з радіоактивним випромінюванням. Прямий вихід радіоактивних відходів попереджається багатоступеневою системою захисту.

Найбільшу небезпеку становлять аварії АЕС і безконтрольне розповсюдження радіації. Аварія на ЧАЕС призвела до глобальної катастрофи, наслідки якої відомі всім і детально описані в науковій, технічній та популярній літературі.

Друга проблема експлуатації АЕС – теплове забруднення. Основне тепловиділення відбувається в конденсаторах паротурбінних установок. Скид охолоджувальної води ядерних енергетичних установок не виключає їх радіаційного впливу на водне середовище. Використання повітря на АЕС визначається необхідністю розбавлення забруднюючих викидів і забезпечення нормальних умов роботи персоналу.

Важливими особливостями впливу АЕС на довкілля є переробка радіоактивних відходів, також необхідність їх демонтажу і захоронення елементів обладнання.

ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Входячи до системи відновлюваних джерел енергії, гідроенергетика займає лише 6% у світовому енергобалансі.

Гідроенергетичні ресурси – запаси енергії річкових потоків і водойм, які лежать вище рівня моря. Загалом гідроенергетичні ресурси становлять близько 60% всієї енергії поверхневого стоку. Об'єм та якість гідроенергетичних ресурсів (ГР) залежить від *характеру стоку річок*. Для сезонного і багаторічного регулювання стоку на річках створюють греблі та великі водосховища. На базі ГР в Україні споруджено 47 ГЕС. Найпотужніші з них – на Дніпрі (Дніпрогес ім. Леніна, Каховська, Дніпродзержинська, Кременчуцька, Канівська, Київська), Дністрі (Дністровський комплексний вузол), в басейні Тиси (Теребле-Ріцька).

ГР України обмежені, тому їх використовують здебільшого для покриття пікових навантажень діючої енергосистеми. З цією метою на річках створюють системи гідроакumuлюючих електростанцій (ГАЕС). До найбільших з них належать: діюча Київська ГЕС – ГАЕС; Канівська ГАЕС, каскад ГЕС – ГАЕС на Дністрі, а також Південноукраїнський енергокомплекс.

Вироблення електроенергії на ГЕС приводить до економії органічного палива, перш за все нафтового, яке при спалюванні дає велику кіль-

кість шкідливих речовин, забруднюючих довкілля. ГЕС не забруднюють атмосферу, як теплові електростанції. Тому доцільне використання енергетичного потенціалу річок в структурі енергетичного балансу країни.

Але створення водосховищ ГЕС пов'язано з великим впливом на рельєф, клімат, господарську діяльність людини в районах затоплення.

Необхідні ресурси. Зростаючі потреби суспільства у водних ресурсах та енергії обумовлюють необхідність спорудження великих гідротехнічних об'єктів. Гідротехнічне та енергетичне будівництво пов'язане з реконструкцією існуючих та створенням нових водоймищ та водотоків. Тисячоліттями єдиним інструментом регулювання розподілу життєво важливих для людства водних ресурсів були греблі.

Сучасні греблі бувають бетонні, наливні, насипні та кам'янонакидні. До насипних відносяться найвищі у світі греблі Нурекської ГЕС (300 м), Саяно-Шушенської ГЕС (242 м) та гребля Оровілл Дем (США, 234 м).

Гідротурбіни. Велика частина гідротурбін приводиться в дію енергією води перекритих греблями річок, які протікають по гірській місцевості. Турбіни обертають генератори електричного струму. У гірських країнах гідроелектростанції виробляють дешеву енергію, не забруднюючи навколишнє середовище.

Характеристика впливу на довкілля. Гідротехнічне будівництво, яке проводиться в усіх державах світу для задоволення зростаючих потреб населення, промисловості, сільського господарства у воді, впливає на водні об'єкти. Воно призводить не тільки до позитивних, але й до негативних наслідків, які завдають непоправної шкоди водним екосистемам, порушують їх природні умови, погіршують якість води, знижують біопродуктивність.

Основні фактори, які впливають на водні об'єкти при гідротехнічному будівництві, є водний режим, гідродинамічні та морфо-метричні характеристики, термічний режим, а також об'єм та вміст різних речовин, що знаходять з водами, які охолоджують теплові та атомні енергооб'єкти. Вони діють на абіотичні параметри та біоту водних екосистем, викликаючи гідрофізичні, гідрохімічні та гідро біотичні зміни, дуже впливаючи на процеси, що визначають якість води та біопродуктивність.

Наслідки впливу гідротехнічного будівництва на екосистеми водних об'єктів можна поділити на такі групи: морфометричні, гідрофізичні, гід-

рохімічні, токсикоекологічні та радіоекологічні, гідробіологічні та біопродуктивні параметри та параметри якості води.

Зміни гідрофізичних та морфометричних факторів дуже впливають на структурно – функціональні характеристики суспільств гідро біонтів, процеси біологічного самоочищення та забруднення, що призводить до зміни показників якості води, біопродуктивності, а виходячи з цього – і умов господарського використання річок.

Будівництво гідроелектростанцій, як правило, не тільки забезпечує виробництво електроенергії, а завдяки наявності водосховища сприяє вирішенню багатьох важливих народногосподарських завдань, пов'язаних із водопостачанням, зрошуванням, судноплавством, розвитком рибного господарства і рекреації.

Проте будівництво гідроелектростанцій і створення водосховищ теж негативно впливає на навколишнє середовище, а саме:

- спостерігається зміна гідрологічного режиму;
- руйнування берегів;
- затоплення значних площ земель.

При створенні водосховищ зміна гідрологічного режиму пов'язана із формуванням так званої зони підтоплення внаслідок підняття рівня ґрунтових вод.

Діяльність хвиль водосховища призводить до руйнування берегів. А в зону руйнування берегів можуть потрапити населені пункти, сільськогосподарські угіддя, різні підприємства, що може негативно позначитись на стані водного середовища.

При будівництві водосховищ на рівнинних ріках, заповнення їх супроводжується затопленням значних площ сільськогосподарських угідь та інших земель. Це приводить до зростання органіки у водосховищах та інтенсивного процесу їх евтрофікації.

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Зменшення запасів паливних корисних копалин стимулює пошук ефективних способів використання альтернативних джерел енергії.

До альтернативних джерел енергії належать:

- сонячна енергія;
- геотермальна;
- енергія вітру;
- припливів;
- морських хвиль і океану;
- тверда біомаса і тваринні продукти;
- газ із біомаси;
- муніципальні відходи;
- промислові відходи.

Екологічні аспекти нетрадиційної енергетики

Характерні види впливів на навколишнє середовище альтернативних джерел енергії.

Сонячна енергія. Сонячні промені щорічно приносять на Землю у 20000 разів більше енергії, ніж ми споживаємо.

Сонячні системи тепло- і водопостачання є найпоширенішими з альтернативних джерел енергії на сьогодні як у індустріальних, так і в країнах, які розвиваються. У світі обладнано понад 30 млн м² сонячних колекторів для гарячого водопостачання. Дві третини їх припадає на Європейський Союз. Наприклад, у Австрії, згідно із статистичними даними, кожен четвертий мешканець має 1 м² сонячного колектора. А в Ізраїлі жоден новий будинок не буде прийнято в експлуатацію, поки на даху не буде змонтовано систему сонячного гарячого водопостачання. Проте використання сонячної енергії пов'язано з деякими екологічними проблемами, по-перше, потреба у порівняно великій кількості площ, по-друге, виробництво геліоелементів пов'язано з небезпечним забрудненням водного і повітряного басейнів, по-третє, для виробництва фотоелементів

використовуються сполуки миш'яку, селену, сурми, кадмію та інших токсичних хімічних елементів, по-четверте, для виробництва дзеркал використовують сполуки ртуті.

Енергія вітру. Сила вітру – це одне з найдавніших джерел енергії, що використовується людством. Ще за 3500 років до н. е. мореплавці використовували силу вітру, щоб йти під вітрилами. На Середньому Сході, у Персії, близько 200 року до н. е. почали застосовувати вітряні млини для перемелювання зерна.

Швидке зростання вітроенергетичної галузі довело всьому світові, що використання енергії вітру має великі перспективи, оскільки не викидає в атмосферу чи у водойми шкідливих речовин, не утворює внаслідок експлуатації ніяких шкідливих викидів.

Проте основними чинниками впливу вітроенергетики на навколишнє середовище є вилучення земельних територій, шумові ефекти, висока металоемність вітроенергетичних установок і загибель перелітних птахів.

Біоенергетика. Щорічно на Землі за допомогою фотосинтезу утворюється близько 120 млрд тонн сухої органічної речовини, або біомаси, що енергетично еквівалентно понад 40 млрд тонн нафти.

Біомаса. Біологічна маса є ефективним поновлювальним джерелом енергії. Ресурси біомаси в різних видах є майже в усіх регіонах світу. На сучасному рівні за рахунок біомаси можна покрити 6-10% від загальної кількості енергетичних потреб промислово розвинутих країн.

Біомаса поділяється на первинну (рослини, тварини, мікроорганізми) і вторинну (відходи від переробок первинної біомаси і продуктів життєдіяльності людини і тварин).

Для виробництва теплової або електричної енергії біомасу можна просто спалювати, щоправда у спеціальних печах, щоб уникнути шкідливих викидів у атмосферу. Насамперед це стосується відходів деревини, соломи, побутових відходів тощо.

Біомаса, передусім у вигляді деревного палива, є основним джерелом енергії приблизно для 2 млрд людей. Для більшості мешканців сільських районів "третього світу" це єдине доступне джерело енергії. Біомаса як джерело енергії відіграє найважливішу роль і в розвинутих країнах. У цілому вона продукує сьому частину світового обсягу палива, а за кількістю

отриманої енергії посідає, поряд із природним газом, третє місце. З біомаси одержують у чотири рази більше енергії, ніж дає ядерна енергетика.

У країнах Європейського Союзу частка енергії біомаси становить понад 60% від загального виробництва енергії поновлювальних джерел. У деяких країнах використання біомаси значно перевищує середньоєвропейські показники. Так, у США її частка становить 3,2%; у Данії – 6%; в Австрії – 12%; у Швеції – 18%; у Фінляндії – 23%. Відповідно до програми розвитку поновлювальних джерел енергії у країнах Європейського Союзу у 2010 р. біомаса буде покривати близько 74% загального внеску поновлювальних джерел енергії, що становитиме близько 9% споживання первинних енергоносіїв.

Загальні ресурси біомаси в Європі (у млн т сухої маси/рік) такі: деревного палива – 75; деревних відходів – 70; сільськогосподарських відходів – 250; міського сміття – 75.

Крім того, біомаса, що вирощується на енергетичних плантаціях, становить 250 млн тонн/рік.

З біомаси можна одержувати біогаз, використовуючи для цього сільськогосподарські й побутові відходи, виробляти етиловий спирт для отримання моторного палива.

Україна має досить великий потенціал біомаси, придатної для одержання енергії. Біомаса (без частки, що використовується іншими секторами економіки) може забезпечити близько 10-17 млн тонн умовного палива на рік, або 5,8% загальної потреби в енергії. Використання такої кількості біомаси еквівалентно збільшенню вітчизняного видобутку палива на 20%.

Біогаз. У нетрадиційній енергетиці особливе місце займає переробка біомаси (органічних сільськогосподарських і побутових відходів) метановим бродінням з одержанням біогазу, що містить близько 70% метану, і знезаражених органічних добрив. Процес анаеробного бродіння відбувається в спеціальних реакторах, обладнаних і керованих таким чином, щоб забезпечити максимальне виділення метану. Надзвичайно важлива утилізація біомаси в сільському господарстві, де на різні технологічні устаткування витрачається велика кількість палива і безупинно росте потреба у високоякісних добривах. Зараз у світі запроваджено близько 60 різновидів біогазових технологій.

Біогаз використовують для освітлення, опалення, приготування їжі, для приведення в дію механізмів, транспорту, електрогенераторів.

Науковці підрахували, що річна потреба в біогазі для опалення житлового будинку становить близько 45 м^3 на 1 м^2 житлової площі; добове споживання для зігрівання води на 100 голів великої рогатої худоби – $5\text{-}6 \text{ м}^3$. Споживання біогазу при сушінні сіна вологістю 40% дорівнює $100 \text{ м}^3/\text{т}$; зерна – $15 \text{ м}^3/\text{т}$; для одержання 1 кВтгод електроенергії – менше 1 м^3 .

В Україні тільки на великих свинофермах і птахофабриках щорічно утворюється понад 3 млн тонн органічних відходів у перерахунку на суху речовину, переробка яких дасть змогу одержати близько 1 млн тонн умовного палива у вигляді біогазу, що еквівалентно 8 млрд кВт год електроенергії.

Використання біомаси і транспортне забруднення. У зв'язку з необхідністю різкого зменшення шкідливого впливу автотранспорту на довкілля було звернено увагу на використання в цій сфері біомаси і визначено кілька напрямів щодо заміни екологічно небезпечного бензину на екологічно чисте пальне.

У Бразилії розроблено програму використання етанолу як альтернативного пального, що замінює до 22% (за обсягом) бензину. Етанол одержують у результаті переробки спеціально вирощеного очерету. Понад 7% реалізованого бензину містить 10% добавки етанолу, і 80% автопарків цієї країни використовують цю добавку.

У США також реалізується велика програма заміни бензинового пального етанолом, який одержують шляхом переробки надлишків кукурудзи й інших зернових культур. Використання спирту як пального запроваджено й у деяких європейських країнах, зокрема, у Франції і Швеції.

В Україні проблема заміни бензину спиртом поки що не розглядалася. Вивчається можливість вирощування рапсу в районах, заражених радіоактивними елементами, з метою одержання рапсової олії для використання її як пального в дизельних двигунах.

Отже, біоенергія – це відновна енергія, що не збільшує концентрації вуглекислого газу в атмосфері. Правда, для виробництва біомаси потрібні досить великі площі. Але якщо вирубувати ліси швидше, ніж відбуватиметься їхній природний приріст, то навколишньому середовищу буде завдано значних збитків. Тому необхідно висаджувати якомога більше дерев.

Геотермальна енергія. Поняття "геотермальна енергія" дослівно означає "теплова енергія землі" (гео – земля, термальна – тепла). Основним джерелом цієї енергії є постійний потік тепла з надр Землі до її поверхні. Цього тепла досить, щоби розплавляти гірські породи під земною корою, перетворюючи їх на магму (її можна спостерігати на поверхні у вигляді лави). Значна частина магми залишається під землею і, подібно до печі, нагріває навколо породи. Коли підземні води стикаються з цим теплом, вони також досить сильно нагріваються – іноді до температури 371°C. У певних місцях, особливо по краях тектонічних плит материків, а також у так званих "гарячих точках", тепло підходить так близько до поверхні Землі, що його можна добувати за допомогою геотермальних свердловин.

Геотермальні електростанції створено на резервуарах сухої пари. Суха пара зі свердловини надходить у турбіну або генератор для вироблення електроенергії. Саме на такій станції вперше було отримано електроенергію.

На станціях іншого типу використовують геотермальні води температурою понад 193°C. Вода природним чином підіймається вгору по свердловині, подається в сепаратор, де частина її кипить і перетворюється на пару. Пара спрямовується в генератор або турбіну і виробляє електрику. Це найбільш розповсюджений тип геотермальної електростанції.

Людина використовувала природну гарячу воду протягом століть з гігієнічною та медичною метою і навіть як джерело мінералів.

Геотермальне тепло широко застосовують у теплицях. У багатьох розвинутих країнах світу тут вирощують квіти й овочі навіть узимку. У теплицях, де використовується природне тепло землі, можна вирощувати різноманітні рослини – від синьо-зелених водоростей до пальм.

Геотермальна вода використовується в усьому світі для опалення лікарень і шкіл, житлових і виробничих приміщень. Нею також розтоплюють сніг на проїжджих частинах вулиць і тротуарах, забезпечують теплом виробничі процеси, обробляють харчові продукти.

Використання геотермального тепла. Теплу воду (до 80 °C) з глибоких (500-2000 м) свердловин використовують в Угорщині, Болгарії, Словаччині, Румунії, Польщі переважно в плавальних басейнах, теплицях і на курортах. У Польщі і Чеській республіці гаряча вода, багата мінеральни-

ми солями з кристалічних скель, використовується для лікувальних ванн як питна. Всесвітньо відомі води Чехії – Карлсбад і Марієнбад – популярні протягом вже 500 років.

У Франції гаряча вода використовується в районах Паризького й Аквитанського осадових басейнів (зі свердловини глибиною до 1800 м і температурою 45-80°C) для обігріву 200 тис. будинків. Подібні басейни є в Бельгії, Німеччині, Данії, Нідерландах і Англії, де зараз випробовують опалювальні системи, подібні до французьких.

У США в галузі виробництва геотермальної електроенергії першим є штат Каліфорнія.

В Україні геотермальна енергія використовується як для зігрівання басейнів (Західна Україна), так і для гарячого водопостачання низки селищ у Криму.

Контрольні запитання

1. Характеристика енергетичних ресурсів та роль теплових електростанцій у забрудненні навколишнього середовища.
2. Заходи боротьби зі шкідливим впливом ТЕС на довкілля.
3. Характеристика атомної енергетики та ядерної енергії.
4. Вплив на довкілля АЕС.
5. Характеристика гідроенергетичних ресурсів.
6. Вплив ГЕС на довкілля.
7. Екологічні аспекти альтернативної (нетрадиційної) енергетики.

Лекція 4

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕННЮ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

1. Атмосфера та її забрудники.
2. Технології та обладнання для очищення пилогазових потоків.
3. Захист атмосферного повітря від викидів промислового пилу.
4. Очищення викидів газо- та пароподібних домішок.
5. Рекуперація пилогазових викидів
6. Вилучення цінних елементів або тих, що можуть бути повторно використані, із пилогазових потоків.

АТМОСФЕРА ТА ЇЇ ЗАБРУДНИКИ

Атмосфера Землі – газоподібна оболонка планети, що складається із суміші різних газів і тягнеться на 1,5-2 тис. км. Атмосфера регулює клімат Землі, оберігаючи її від приземного нагрівання й охолодження, затримує радіоактивне космічне випромінювання і потік метеоритних тіл. Середній тиск атмосфери на рівні моря – 1013 мБ (1 мБ = 100 Н/м²).

Виділяють п'ять основних шарів атмосфери:

- тропосфера (до висоти 17 км над поверхнею Землі);
- стратосфера (висота до 40 км);
- мезосфера (висота до 80 км);
- термосфера (іоносфера) – понад 80 км (до 800-1000 км);
- озоновий шар.

Тропосфера містить основну масу всіх газів атмосфери. На висоті 10-60 км (максимум 20-25 км) розташований захисний озоновий шар (екран), що поглинає ультрафіолетову короткохвильову радіацію Сонця і регулює температурний стан біля поверхні Землі.

До складу сухого атмосферного повітря в основному входять:

- нітроген (азот) – 75,5% від загальної маси;
- кисень (кисень) – 23,1%;

- аргон – 1,286%;
- двооксид карбону (вуглекислий газ) – 0,046%;
- невелика кількість інших газів.

Таблиця 1

Джерела викидів в атмосферу	Групи викидів в атмосферу
Природні	Результат • життєдіяльності організмів, • розкладання органічних речовин, • лісових та інших пожеж, • діяльності вулканів і гейзерів, • пиловиділення при руйнуванні гірських порід і ґрунту внаслідок ерозії.
Антропогенні	Забруднення, які утворюються в результаті: • згоряння палива для потреб промисловості, опалення житлових будинків, при роботі усіх видів транспорту; • промислових викидів; • згорянні і переробленні побутових і промислових відходів.

Забруднення розрізняються за походженням:

- димові гази від спалювання палива;
- вихлопні гази двигунів внутрішнього згоряння;
- хвостові гази й абгази технологічних процесів;
- вентиляційні викиди;
- неорганізовані виділення з каналізації, стічних вод, відвалів.

Промисловий пил – основний вид забруднення атмосфери, який носить глобальну шкоду: погано пропускає ультрафіолетову радіацію, перешкоджає самоочищенню атмосфери, засмічує слизові оболонки дихальних органів та зорового аналізатора, подразнює шкіру, є переносником бактерій і вірусів, призводить до онкологічних захворювань.

Для порівняння конструкцій фільтрів умовно поділимо частинки, що забруднюють повітря, на 5 груп:

- великий пил, із розміром частинок приблизно 1-0,1 мм;
- середній пил, із розміром частинок приблизно 0,1-0,01 мм;
- дрібний пил, із розміром частинок менше 0,01 мм;
- гази, які знаходяться у повітрі у вигляді молекул;
- віруси та бактерії, які знаходяться у повітрі.

Таблиця 2

Частка різних галузей промисловості у забрудненні атмосфери за всіма видами забруднень

Галузі промисловості	Частка у забрудненні атмосфери, у %
теплова енергетика	30,7
автотранспорт	22,8
чорна металургія	15,7
промисловість будівельних матеріалів	13,3
кольорова металургія	7,4;
нафтопереробна промисловість	6,3
хімічна промисловість	3,8

Таблиця 3

Потенційно шкідливий вплив хімічних забруднювачів на здоров'я

Забрудник	Шкідливий вплив на здоров'я
Бензол	Гематоксичність, канцерогенність, мутагенний процес
Окис вуглецю	Неврологічні порушення, погіршення здатності крові переносити кисень
Формальдегід	Подразнення очей, носа і горла, нудота, рак носової порожнини, генотоксичність
Поліциклічні ароматичні вуглеводні	Імунотоксичність, генотоксичність, канцерогенність, токсичність репродуктивних органів

Свинець	Гематологічні і неврологічні ефекти, зниження рівня гемоглобіну
Двооксид азоту	Хронічна абструптивна легенева недостатність, посилення респіраторних симптомів
Тверді частинки	Бронхіти, ослаблена легенева функція, ймовірне скорочення середньої тривалості життя
Двооксид сірки	Респіраторні симптоми (утруднене дихання, кашель з виділенням мокротиння, задишка), хронічна абструптивна легенева недостатність, смертність від респіраторних та серцево-судинних хвороб.

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПИЛОГАЗОВИХ ПОТОКІВ

Установки для уловлювання шкідливих речовин, що містяться в повітрі, складаються, з наступних елементів:

- уловлювального чи пилоприймального пристрою, що може включати один або групу приймачів;
- мережі трубопроводів;
- вентилятора, що відсмоктує запилене або загазоване повітря по трубопроводах до пило- чи газоочисної установки.

Системи очищення і знешкодження газових викидів можна умовно розділити на 2 групи:

- I група – установки з очищення від токсичних газових домішок (хімічного очищення);
- II група – установки з очищення газових викидів від аерозолів (пилу, диму, крапель туману або бризок).

Орієнтовна класифікація систем очищення і знешкодження газових викидів.

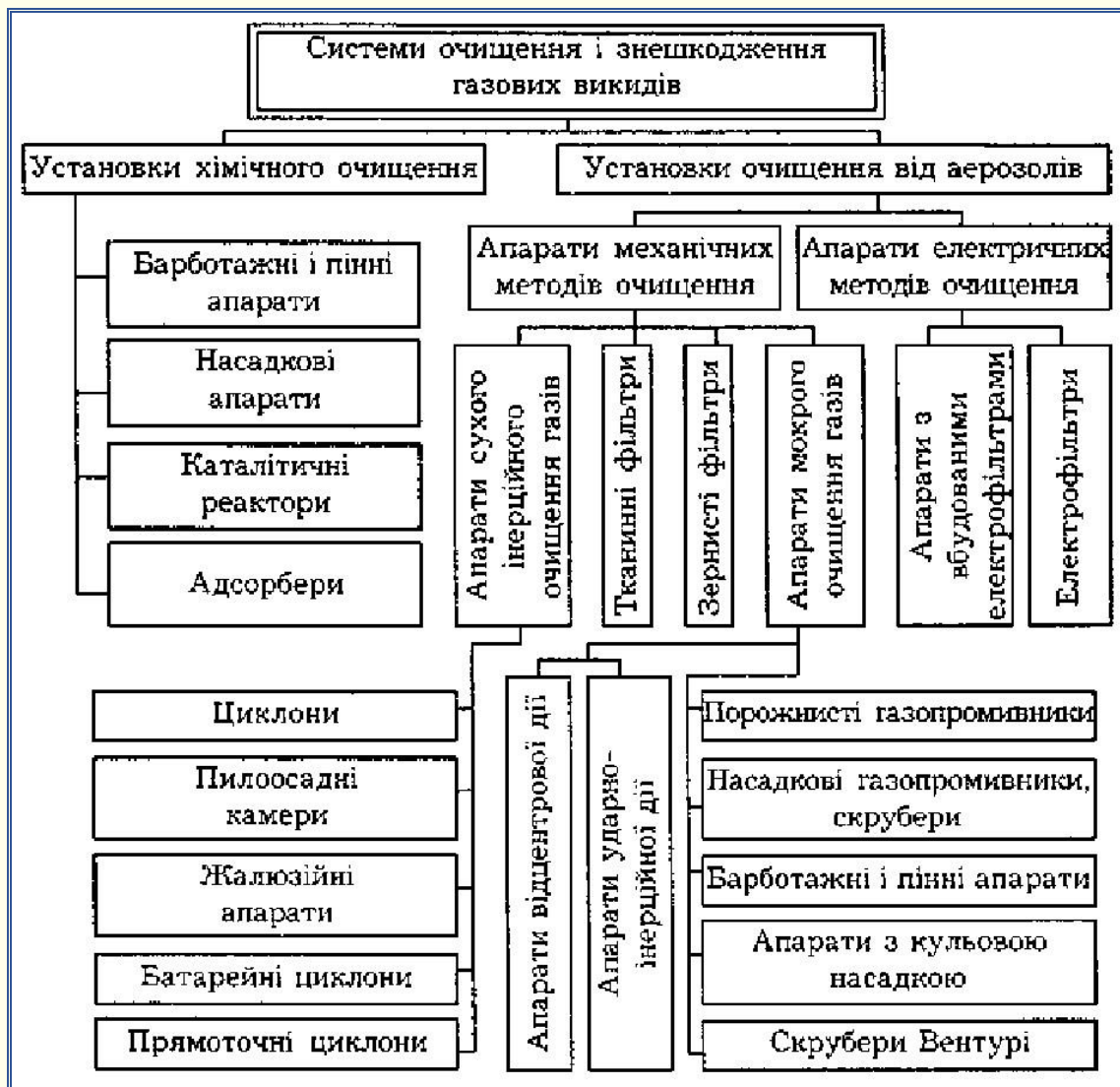


Рис. 6.

ЗАХИСТ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВІД ВИКИДІВ ПРОМИСЛОВОГО ПИЛУ

Апарати сухого очищення газів від пилу

Атмосферне повітря може забруднюватись твердими (пил, сажа), рідкими (крапельними) та газоподібними домішками, які складаються з стабільних атомів або радіоактивних ізотопів. Очищення атмосферного повітря здійснюється за допомогою використання сучасних повітряних фільтрів:

- 1) фільтри сухої очистки;
- 2) фільтри вологої очистки.

Таблиця 4

Методи сухого очищення газів від пилу	Принцип очищення газів від пилу
Механічні	проходить під дією сил гравітації, інерції, при фільтрації потоків через фільтри, рідини та ін.
Електричні	сепарація твердих частинок проходить під дією сил електричного поля на заряджені пилинки

У **гравітаційних пиловловлювачах** осадження пилових частинок із газів проходить за рахунок дії сил гравітації: чим менша швидкість руху частинок і час перебування їх у камері, тим вища ефективність очищення газів. Гравітаційні пиловловлювачі працюють наступним чином. Через вхідну трубу забруднений газ потрапляє у корпус пиловловлювача, де швидкість газового потоку знижується. У цей час під дією сили тяжіння, переважно крупні частинки, що забруднюють повітря, осаджуються у нижній частині корпуса пиловловлювача.

Частково очищене повітря виходить через вихідну трубу.

У **пиловловлювачах інерційної дії** видалення частинок з газового потоку здійснюється під дією сил гравітації та інерції частинок, які рухаються в аерозольному потоці. Ефект сил інерції досягається при зміні напрямку газового потоку; при цьому тверді частинки намагаються зберегти першочерговий напрям руху й осаджуються в нижній частині корпусу пиловловлювача.

Установи мокрої очищення газів

Для очистки повітря крім сучасних фільтрів сухої очистки широко використовують фільтри мокрої очистки. Розглянемо загальні положення, пов'язані з такими апаратами.

У фільтрах мокрої очистки інженери намагались очистити повітря не тільки за рахунок максимальної кількості сил, що діють на забруднену частинку, але і намагались забезпечити якомога більшу площу взаємодії повітря та води.

У сучасних фільтрах мокрої очистки вода повинна використовуватись раціонально, тобто багаторазово. У фільтрах мокрої очистки з'явилась можливість нейтралізувати токсичні гази, за рахунок додання до води хімічних домішок, здатних вступити з ними у хімічну реакцію.

У фільтрів мокрої очистки є спільний недолік – в них утворюються вологі забруднювачі, які здатні залипати у корпусі апаратів, що ускладнює їх віддалення.

ОЧИЩЕННЯ ВИКИДІВ ГАЗО- ТА ПАРОПОДІБНИХ ДОМІШОК

Методи очищення промислових викидів від газоподібних домішок за характером протікання фізико-хімічних процесів *поділяються на групи*:

- 1) промивання викидів розчинниками, що не сполучаються із
- 2) забруднювачами (метод абсорбції);
- 3) поглинання газоподібних домішок твердими активними речовинами (метод адсорбції);
- 4) промивання викидів розчинами реагентів, що вступають у хімічне з'єднання із забруднювачами (метод хемосорбції);
- 5) поглинання домішок шляхом застосування каталітичного перетворення (використання каталізаторів);
- 6) термічна обробка викидів;
- 7) осаджування в електричних та магнітних полях;
- 8) виморожування.

Сорбція – поглинання твердим тілом чи рідиною речовини з НС.

Зворотний процес називають – **десорбією** (найчастіше його здійснюють підвищенням температури чи зниженням тиску сорбуємої речовини).

Метод абсорбції

Абсорбцію у техніці часто називають скрубним процесом очищення. Принцип цього методу полягає у розділенні газоповітряної суміші на складові частини поглинанням одного або кількох газових компонентів (абсорбентів) цієї суміші рідким поглиначем (абсорбентом) з утворенням розчину. Рушійною силою при цьому є градієнт концентрації на межі

фаз «газ–рідина». Розчинений у рідині абсорбент внаслідок дифузії проникає у внутрішні шари абсорбента. Головною умовою у виборі абсорбента є розчинність у ньому компонента, який вилучається, та її залежність від температури й парціального тиску.

Адсорбцію поділяють на фізичну адсорбцію і хемосорбцію. У випадку фізичної адсорбції молекули газу прилипають до поверхні твердого тіла під впливом міжмолекулярних сил тяжіння. Теплота, що при цьому вивільнюється, за значенням збігається з теплотою конденсації пари. *Перевага фізичної адсорбції* – зворотність процесу, особливо за умови, якщо економічно вигідно рекуперувати газ або адсорбент.

Метод хемосорбції, каталітичний та біохімічний методи очищення

Метод хемосорбції ґрунтується на поглинанні газів і пари твердими або рідкими поглиначами з утворенням малолетких або малорозчинних хімічних сполук. Поглинальна здатність хемосорбента не залежить від тиску, через що хемосорбція більш вигідна за незначної концентрації забруднень. Більшість реакцій, що відбуваються у процесі хемосорбції, є екзотермічними та оборотними, оскільки хімічна сполука у разі підвищення температури розкладається на вихідні елементи.

Біохімічний метод базується на здатності мікроорганізмів руйнувати й перетворювати різні сполуки. Речовини розпадаються під дією ферментів, вироблених мікроорганізмами під впливом окремих сполук або групи речовин, наявних у газах, що очищаються.

Біохімічний метод газоочищення найбільше застосовується для очистки відвідних газів постійного складу. При частій зміні газу мікроорганізми не встигають адаптуватися до нових речовин і виробляють недостатню кількість ферментів для їх розкладання, внаслідок чого біологічна система матиме слабку руйнівну здатність відносно шкідливих компонентів газів. *Високий ефект газоочищення* досягається за умови, що швидкість біохімічного окислення вилучених речовин більша, ніж швидкість їх надходження із газової фази.

Метод термічної нейтралізації

Метод базується на допалюванні та термічній нейтралізації шкідливих речовин у викидах (горючі токсичні компоненти (гази, пари та дуже ароматні речовини) окислюються до менш токсичних за наявності вільного кисню та високої температури газової суміші).

Переваги методу – відсутність шламів, невеликі габарити очисних установок, простота їх обслуговування, можливість автоматизації їх роботи, висока ефективність знешкодження шкідливих речовин. Використовується тоді, коли об'єми викидів надто великі, а шкідливі домішки піддаються спалюванню.

Ефективність очищення систем термічного та вогневого знешкодження – 99%.

Застосування обмежується характером утворених при окисленні продуктів реакції – лише для викидів, що не містять токсичних компонентів (органічні речовини, до яких не входять галогени, сірка та фосфор).

Ефективний при очищенні викидів від лакофарбованих та просочувальних ділень.

Вибір типу очисних пристроїв та фільтрів

Послідовність вибору типу очисних пристроїв та фільтрів зазвичай така:

- виявлення характеристик викидів (температура, вологість, вид та концентрація домішок, токсичність, дисперсність тощо);
- визначення типу очисного пристрою або фільтра за витратою газу, необхідним ступенем очищення, можливостями виробництва та іншими факторами;
- знаходження робочої швидкості газів;
- техніко-економічний аналіз можливих варіантів очищення;
- розрахунок параметрів очисного пристрою;
- проектування та вибір очисного пристрою або фільтра.

При виборі **засобів очищення** викидів в атмосферу враховують такі рекомендації:

- сухі механічні способи та пристрої не ефективні при видаленні дрібнодисперсного та липкого пилу;
- мокрі методи не ефективні при очищенні викидів, в яких містяться речовини, що погано злипаються й утворюють грудки;
- електроосаджувачі не ефективні у випадку видалення забруднень з малим питомим опором і тих, які погано заряджаються електрикою;
- рукавні фільтри не ефективні для очищення викидів з липкими та зволженими забрудненнями;
- мокрі скрубери не можна застосовувати для роботи поза приміщеннями в зимових умовах.

Процеси очищення технологічних і вентиляційних викидів від газів і пароподібних домішок характеризуються низкою особливостей:

- *по-перше* – гази, що викидаються в атмосферу мають досить високу температуру і містять велику кількість пилу, що істотно ускладнює процес газоочищення і вимагає попередньої підготовки газів, які відходять;
- *по-друге* – концентрація газо- і пароподібних домішок величина нестійка.

РЕКУПЕРАЦІЯ ПИЛОГАЗОВИХ ВИКИДІВ

Утилізація кошовних компонентів з пилів і шламів металургійного виробництва – актуальне завдання для всіх індустріально розвинених країн миру. Добування в напівпромислових і промислових масштабах Zn, Pb і Fe з пилів і шламів чорної металургії проводиться в основному в Німеччині, Японії й США.

Основними способами є модифікації вельц-процесу.

На заводах Європи («Август Тиссен хютте», Німеччина, «Бритіш стил», Англія, «ЮЗИНОР», Франція й ін.) сухий сталеплавильний пил транспортують на склад сировини й утилізують із окалиною в кількості до 100 кг/т агломерату, а шлами подають в окомкователі аглофабрик. У цей час у світовій практиці технології добування Zn з різних видів сировини дозволяють одержувати цинковий концентрат зі змістом Zn до 62%, відрізняються складністю, енергоємністю й високою собівартістю продукту.

Найбільша німецька сталеливарна компанія «Гамбургерштальверке» платить за утилізацію 1 т х пилів, що містять цинк, до 100 євро. Зміст Zn в одержуваному концентраті не перевищує 32%. Існують піро- і гідрометалургійні схеми добування Zn з відходів металургійного виробництва. Однак застосування гідрометалургійного способу, що включає випал сировини, вилуджування, фільтрацію й оборотний цикл, економічно виправдано лише для підприємств, що вже мають гідрометалургійні виробництва.

Дослідження фірми «Сін ніппон» показали, що Zn у доменних шламах концентрується в основному в найбільш тонкій фракції (близько 20 мкм), залізо порівняно рівномірно розподілене у всіх фракціях, а вуглець – у найбільш великій. На цій основі була розроблена технологія відділення найбільш тонкої фракції (утримуючої сполуки Zn) за допомогою гідроциклону. Згущений шлам направляють у вакуум-фільтри, потім у тарілчастий окомкователь для одержання окатишів (1-5 мм), які далі надходять на агломашину. Для рециклінгу пил, що містить цинк, може бути застосована один з різновидів процесу «Fastmet», розроблена фірмами «Midrex» і «Kobe Steel Ltd». Принциповою відмінністю її є температурний режим у печі зваженої плавки й вид одержуваного продукту. У даному процесі – Zn витягає з матеріалів, що переробляються, більш ніж на 95% і у вигляді оксиду вловлюється в системі газоочистки з рукавними фільтрами. Це забезпечує перспективу його застосування в країнах із твердими законами по захисту ОС (Європа, Японія, США).

В останні роки розробляються нові способи добування – Zn і інших кольорових металів з дисперсних відходів металургійного виробництва. Зокрема, був запропонований процес їх обезцинкування шляхом електроплавки окатишів у дуговій електропечі.

У США для утилізації відходів що містять метали, все більший розвиток одержують процеси із застосуванням плазменної технології. Існує промисловий процес добування Zn, Hg і Cd шляхом плавки вловленого пилу в спеціальних реакторах. Гранули що містять цинк, обробляють разом з коксом при $T = 1100^{\circ}\text{C}$ з відновленням – Zn до металу, що віддається у вигляді пар. При їхньому контакті з киснем атмосфери утворюється Zn, що видаляють із печі й уловлюють. Гранули без Zn і Pb повертають в електропеч. На аглофабриках США відходи використовують окремо або в суміші з рудою, концентратами або ін. відходами.

На заводі фірми «Бетлехем стил» у м. Бернс-Харборе утилізують на аглофабриці всі відходи підприємства. Фірма «Релаксос» м. Чикаго, розробила процес спільної підготовки залізовмісних пилів і шламів коксового дріб'язку й замасленої окалини шляхом їхнього спільного брикетування з додаванням кам'яновугільного пеку. Брикети використовують у доменній шихті в кількості до 105 кг/т шихти. Фірма «Пеллетек» (м. Піттсбург, США) обробляє пил газоочисток доменного й сталеплавильного виробництв разом зі здрібненою окалиною, негашеним вапном (4-5% мас.) і кварцовим борошном (1-2% мас.). Компоненти шихти воложать, потім витримують кілька годин, забезпечуючи умови для процесу гідратації перевелися, гранулюють, сушать; окатиші використовують у доменній шихті в кількості 10% мас.

У більшості країн СНД такі технології розробляються на рівні дослідницьких робіт і напівпромислових випробувань. Промислового виробництва металізованих окатишів зі шламів аглодоменного й сталеплавильного виробництв не існують; ці матеріали використовують лише як компоненти аглошихти.

Фахівці України приділяють досить серйозну увагу проблемам техногенних родовищ важких металів. У працях 2-й Маріупольської екологічної конференції 1997р. повідомлялося про лабораторні дослідження «Укрнтек», м. Донецьк по створенню технології «Електрококс» для переробки шламів чорної металургії, що містять – Zn і Fe. По даним авторів процес забезпечує сприятливі умови для відновлення Zn без обов'язкової металізації заліза. Як продукти передбачається одержувати товарний «цинкпродукт» і залізистий сплав. «Цинкпродукт» містить більше 90% високодисперсного оксиду цинку, а ступінь металізації Fe у сплаві можна регулювати. Вихідна пил що містить цинк, переробляється в спеціальному пристрої, де сировина розплавляється й фільтрується через шар коксу, розігрітого електричним струмом до $T = 1400-1600^{\circ}\text{C}$

Розроблена Криворізьким технічним університетом технологія утилізації шламів систем газоочистки металургійного комбінату «Криворіжсталь» дозволяє на модульній установці ДСУ-200 з наступною 270 гідравлічною доробкою тонкого продукту виділити металеве залізо, магнетитовий концентрат, чистий порошок (до 70% $\text{Fe}_{\text{заг}}$) оксидів заліза, багатий вапном і магнезією флюс, важкий піритний продукт.

Після декількох циклів зміст цинку в пилу зростає й при досягненні певної концентрації, придатної для його добування, неї виводять із циклу й відправляють на підприємства кольорової металургії, а залізовмісний матеріал повертають в основний переділ.

На металургійних заводах України переважає мокрий спосіб очищення газів, що відходять, електросталеплавильних печей. На основі виконаних у Донбаському національному технічному університеті (ДонНТУ) досліджень розроблена технологія підготовки сухих і вологих відходів газоочисток металургійного виробництва для організації рециклінгу й наступного добування Zn.

Спроби багатьох науково-виробничих колективів розробити процеси утилізації мілкодисперсних відсівань коксу, що утворюються на коксохімічних і металургійних заводах, не привели дотепер до позитивних результатів. Установка брикетування коксових формувань із мілкодисперсних відсівань коксу (фракції 0,5мм), що діяла на Харківському дослідному коксохімічному заводі, не забезпечувала оптимальних фізико-хімічних характеристик формувань. Економічні показники установки не витримували нормативних строків окупності. Особливої уваги заслуговує факт відсутності промислових способів, у яких комплексно витягають – Zn, Pb і Fe навіть на найбільших металургійних підприємствах України інших країн.

ВИЛУЧЕННЯ ЦІННИХ ЕЛЕМЕНТІВ АБО ТИХ, ЩО МОЖУТЬ БУТИ ПОВТОРНО ВИКОРИСТАНІ, ІЗ ПИЛОГАЗОВИХ ПОТОКІВ

Чистий вуглець, залізо, розсіяні, рідкісні і рідкісноземельні метали, сировина для будівельних матеріалів, високоякісний абсорбент, унікальні мікрোসфери. Все це про відходи від роботи ТЕС і ТЕЦ, точніше про 300 млн тонн золошлакових відходів, які можна перетворити на корисну сировину.

В Україні частка електроенергії, виробленої ТЕС та ТЕЦ станом на січень 2020 року складає приблизно 32%. І все ще залишається на другому місці після атомної енергетики. Тверде викопне паливо (в основному кам'яне вугілля) – основна сировина для роботи таких електростанцій. При його спалюванні утворюється велика кількість шлаку, летючого попелу, сірчистого газу, оксидів азоту, вуглецю та інших з'єднань.

Золошлакові відходи (ЗШВ) теплостанцій відносять до найбільш багатотоннажних промислових відходів. Орієнтовно, теплоелектростанція (ТЕС) потужністю 1 млн кВт за добу роботи спалює 10000 т вугілля, виділяючи при цьому, близько 1000 т шлаку та золи. Паливо спалюють у вигляді дрібних шматків чи у пилоподібному стані, відходи утворюються відповідно у вигляді шлаку чи золи. Золу уловлюють за допомогою води в спеціальних бункерах і видаляють у вигляді пульпи гідротранспортом у золовідвали. Шлаки гранулюють шляхом швидкого охолодження водою і видаляють у відвали сухим чи гідравлічним способом.

Щороку в Україні накопичується 8 млн тонн золошлаків. А обсяги вже накопичених відходів сягають майже 300 млн тонн. При цьому майже всі золошлакові відвали українських вугільних ТЕС та ТЕЦ вже майже заповнені.

Займаючи величезні площі, вони є джерелом забруднення довкілля. При цьому розраховано, що на відвали теплових електростанцій застосовується в середньому 0,3 % всього обсягу електроенергії, яка виробляється ТЕС (отже, мають місце значні матеріальні витрати). Крім того, означені зольні відходи являють собою постійне джерело забруднення ґрунтів, водного та повітряного басейнів, а їх накопичення у природних екосистемах призводить до погіршення стану довкілля, порушення життєдіяльності тваринного та рослинного світу, негативного впливу на здоров'я людей.

Разом з тим, за хімічним і мінералогічним складом вони багато в чому ідентичні природним мінеральним матеріалом та можуть стати джерелом корисних елементів. І хоча на сьогодні безпосереднє використання золи у різних галузях промисловості дуже обмежене у зв'язку з неоднорідністю її складу, наявності в ній не згорілого вугілля, високий (до 25 %) і непостійний вміст якого є головною перешкодою для застосування золи, існує ряд наукових розробок і винаходів, які були апробовані у реальних виробничих умовах, що підтверджують можливість застосування золошлаків ТЕС як комплексної багатоцільової сировини для виготовлення вугільного концентрату, концентрату заліза для металургійної галузі, будівельних матеріалів, сорбентів, матеріалів для дорожнього будівництва та особливого матеріалу – так званих мікросфер зол виносу.

Ефективність застосування технологій утилізації паливних відходів залежить від багатьох факторів. Слід враховувати склад золи і шлаку, гранулометричний (фракційний), хімічний, мінеральний, мікроелементний склад відходів, а також інші показники. Тільки після повного аналізу можна приймати рішення по вибору методу утилізації відходів.

Зола являє собою тонкодисперсний матеріал і складається з часток крупністю 0,1-0,005 мм. Крупність часток шлаку 20-30 мм. Хімічний склад золошлакових відходів залежить від мінеральної складової палива і коливається в залежності від родовищ вугілля. Показовий вміст основних оксидів у золошлакових відходах: SiO_2 37-63 %, Al_2O_3 9-37 %, Fe_2O_3 4-17%, CaO 1-32%, MgO 0,1-5%, SO_3 0,05-2,5%. У золі присутнє незгоріле паливо до 6-7% до 25%, у шлаках, як правило, воно відсутнє. У незначній кількості наявні такі елементи, як Ti, K, Na. У деякому вугіллі зустрічаються навіть дорогоцінні метали: Au, Ag, Pt, рідкі та розсіяні елементи.

На сьогодні існує більше 300 технологій перероблювання золошлакових відходів (ЗШВ), проте вони в більшості присвячені використанню золи у будівництві і виробництві будівельних матеріалів.

Зупинимось на тих, які були апробовані в українських умовах і являються комплексними.

Флотація. Якщо коротко, то флотація – це спосіб збагачення корисних копалин у водному середовищі, заснований на різниці можливостей мінералів утримуватись на міжфазовій поверхні.

Реалізація традиційного способу флотаційного збагачення золи ТЕС дає концентрат і відходи флотації. Флотоконцентрат являє собою вуглецевмісну фракцію ($\text{Ad} = 45\text{--}14\%$). Вуглецева складова концентрату характеризується показником крупності < 100 мкм і в цілому являє собою різноманітні модифікації коксу. Відходи флотаційного збагачення золи складаються в основному із алюмосилікатів, а залишковий вміст вуглецю в них коливається у межах 2-8%. Завдяки наявності названих компонентів флотаційної сепарації золи ТЕС відходні продукти можуть бути використані у різних галузях промисловості: металургії, енергетиці, хімічній промисловості, у виробництві будівельних матеріалів. Малозольний флотоконцентрат можна використовувати як компонент пиломазутних паливних композицій для доменних процесів. Враховуючи те, що в мета-

лургії застосовується спосіб розливання металу сифоном у виливницю, де як теплоізолююче покриття використовується концентрат з вмістом вуглецю 35-60%, вуглецевмісний відходний матеріал дозволяє відмовитися від використання графіту для тих же цілей.

Зворотна флотація. На кафедрі хімії НТУ «Дніпровська політехніка» був запропонований спосіб зворотної флотації, принцип якого полягає у кондиціонуванні золопульпи у суміші із жирнокислотним збирачем (фракції жирних кислот C15–C17) та шляхом введення аніонного депресора вуглецевмісних частинок з отриманням камерного продукту. При цьому збирач адсорбується на поверхні мінеральної фракції й покращує її фізикохімічні властивості, а саме підвищує її гідрофобність. Отримана за такого способу вуглецевмісна фракція золи характеризується високою питомою поверхнею, що дозволяє використовувати її у якості високласного адсорбенту, особливо для токсичних стоків, ситуація з якими в нашій країні носить загрозливий характер.

Одна із Технологій безвідходної переробки золи також належить до флотаційних способів утилізації. Розроблена у 90-х років минулого століття на базі тоді ще Національного гірничого університету у м. Дніпро. З використанням якої можна отримати 3 основних групи компонентів:

- 1) *алюмосилікатні фракції (75%)* – широко використовуються в багатьох галузях будівництва та є основою виробництва: бетонів, матеріалів для будівельних і штукатурних розчинів, безарматурних малих бетонних блоків, керамічних виробів (черепиця, цегла та ін.); використовується в якості добавкизамінника цементу (замінює 30% цементу);
- 2) *вуглецева маса (25%)* – може бути використана в повторному спалюванні в котлоагрегатах на тих же самих станціях, для виробництва коксу, у теплоізоляційному покритті при розливі сталі, як паливна добавка, сорбент важких металів, магнетит, спеціальний чорний пігмент, порошки для копіювальної техніки.
- 3) *мікросфери (до 0,2%)* – являють собою унікальне поєднання форми, низької щільності з високою механічною міцністю, термостабільності і хімічної інертності, що дає можливість забезпечити широке застосування мікросфер в якості компоненту теплоізоляційних матеріалів, сорбентів, радіопрозорих керамік, наповнювачів композиційних ма-

теріалів і спеціальних видів цементу. Мікросфери є перспективною сировиною для отримання на їх основі каталізаторів, адсорбентів, капсулюючих матеріалів, здатних функціонувати в умовах дії агресивних середовищ і високої температури.

Ще у 1997 році ця технологія була успішно застосована на “Луганській” ТЕС. При виробничій потужності переробки золи – 400 тис. т/рік, було отримано переробленої продукції: вугільний концентрат з теплою згорання 4000 ккал/год – 120 тис. т; сировина для будівельних матеріалів – 280 тис. т.



Рис. 7.

Перспективні напрямки і способи переробки ЗШВ

Магнітна та електрична сепарація золи. Найважливішим фазовим компонентом такого способу переробки є оксиди заліза у кількості 20%. Сполуки заліза (FeO і Fe_2O_3) входять до сфероїдизованих частинок склофази.

Магнітна складова – це чорні оплавлені кульки, що складаються з магнетиту і гематиту. Використання сухої і вологої магнітної сепарації дозволяє відокремити високоякісний магнетит з леткої золи. Магнетит, отриманий таким способом, можна використовувати як обважнювач при збагаченні вугілля у важкому середовищі. Немагнітний продукт застосовується для виготовлення цементу, закладки гірничих виробок як наповнювач та ін. Також суху золу можна розділити методом електричної сепарації на барабанних коронних сепараторах з достатньо високим вилученням вуглецю в концентрат.

Хімічні методи конверсійної переробки золи, що дають можливість вилучення рідкісноземельних елементів, тугоплавких і кольорових металів. Особливо зважаючи на те, що середній міст зазначених елементів у золі вищий ніж у гірських породах. А при комплексній переробці, навіть при мінімальному вмісті, їх вилучення може бути економічно вигідним.

Особливої уваги заслуговує ще один побічний продукт роботи теплоелектростанцій – так звані золи-виносу, які утворюються при видаленні дрібної та легкої фракцій, які виносяться димовими газами на електрофільтриуловлювачі. Вони мають унікальні адсорбційні та в'язучі властивості, які були використані при проведенні досліджень щодо утилізації фільтрату (концентрату) полігону № 5 Київського звалища твердих побутових відходів (ТПВ), а також при очищенні модельних і реальних стічних вод різного складу та походження. Було показано, що механічна суміш золи і, наприклад, концентрату (продукту, отриманого після очищення фільтрату системою зворотного осмосу) призводить до утворення твердого, практично водонерозчинного матеріалу. Застосування золи як адсорбенту, дозволяє на модельній системі забезпечити наступні ступені вилучення важких металів, % мас.: Fe – 97,6; Cu – 98,3; Cr (III) – 98,7; Zn – 92,4; Mn – 97,2; Pb – 96,3. Високий рівень очищення спостерігається і на реальних промислових стічних водах.

Експериментальними дослідженнями на Бортницькій станції аерації доведена ефективність застосування золи-виносу ТЕС для фіксації, зневоднення сирих та зброджених осадів, надлишкового активного мулу. Що значно підвищує ступінь і ефективність очищення води, особливо якщо екстраполювати його на ті величезні об'єми, які щодоби скидаються на мулові майданчики.

При всій перспективності і великій кількості вже доведених і відпрацьованих технологій сьогодні в Україні до переробки залучаються лише 10% від усього об'єму ЗШВ і то лише для виробництва будівельних матеріалів.

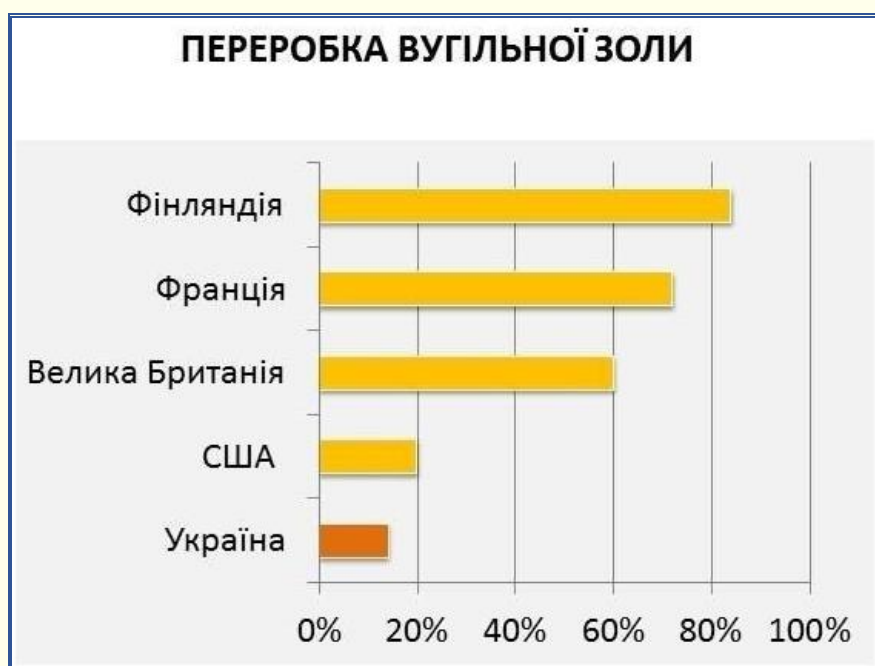


Рис. 8.

То може вже настав час змін. І зольні відходи ТЕС це зовсім не відходи? Це унікальна композиція речовин, які завдяки спрямованій переробці можуть певною мірою поповнити дефіцит традиційної мінеральної сировини. Сконцентрована у зольному комплексі велика кількість сполук заліза, алюмінію, хрому, нікелю, марганцю та інших хімічних елементів (наприклад, ванадію, германію, галію) дозволяє розглядати зольні відходи як цінний вторинний ресурс отримання певного виду матеріалів і при цьому спосіб вивільнення значних територій. Використання ЗШВ і зол-виносу як адсорбентів дозволить вирішити проблему утилізації та переробки стоків, відокремлення від мулів та очищення стічних вод.

Проте для реалізації таких перспектив вирішення цілого комплексу питань – від розробки технічних умов на їхнє застосування, технологічних ліній з їх переробці, транспортних і вантажно-розвантажувальних засобів, до перебудови психології господарників у відношенні вторинних мінеральних ресурсів і звичайно державної підтримки.

Контрольні запитання

1. Які природні та антропогенні викиди в атмосферне повітря існують?
2. Які основні елементи установок для уловлювання шкідливих речовин, що містяться в повітрі?
3. Які існують методи сухого очищення газів від пилу?
4. На які групи можна розподілити методи очищення промислових викидів від газоподібних домішок?
5. Що таке сорбція та адсорбція?
6. В чому полягає метод термічної нейтралізації?
7. Які рекомендації враховуються при виборі засобів очищення викидів в атмосферу?
8. Назвіть приклад повторного використання вилучених цінних елементів із пилогазових потоків.

Лекція 5

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕННЮ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

1. Основні види стічних вод.
2. Особливості забруднення побутовими стічними водами.
3. Технології та обладнання для очищення промислових стоків.
4. Створення замкнених циклів водопостачання.

ОСНОВНІ ВИДИ СТІЧНИХ ВОД

Стічні води – води, які відходять після використання в побутовій, промисловій та сільськогосподарській діяльності людини або які пройшли через будь-яку забруднену територію чи об'єкт.

Стічні води умовно поділяються на 3 види:

- *виробничі* – використані в технологічному процесі виробництва або утворені при видобутку корисних копалин (вугілля, нафти, руди і т. п.);
- *побутові* – від санітарних вузлів виробничих і невиробничих корпусів і будівель, а також від душових установок;
- *атмосферні* – дощові і від танення снігу.

У різних технологічних процесах у промисловості використовують воду, внаслідок чого утворюються такі відпрацьовані стічні води:

- *реакційні води*, що виділяються під час реакцій. Вони забруднені домішками сировини і продуктів реакції;
- *промивні води* після промивання сировини, продуктів, обладнання, тари, маточні водні розчини;
- *води, що надходять із сировиною* у вигляді вільної та зв'язаної води;
- водні екстрагенти і абсорбенти;
- *охолодні води*, що не стикаються з сировиною і продуктами; а також:
- *побутові води* з їдальнь, душових, після миття приміщень, пральнь, туалетів та ін.;
- *атмосферні опади*, що стікають з території промислових підприємств та інших господарських об'єктів.

Залежно від характеристики стічні води поділяють на умовно чисті (оборотні) і брудні.

Умовно чистими (оборотними) стічними водами вважають води після охолодження технологічного обладнання, компресорів та іншого устаткування.

Після використання в технологічних процесах їх охолоджують у градирнях і заводських ставках, у деяких випадках звільняють від зависей і знову повертають на охолодження.

Брудні стічні води різняться за складом забруднювачів, який визначається технологією виробництва.

Забруднені виробничі стічні води містять різні домішки і підрозділяються на три групи:

- забруднені переважно мінеральними домішками (стоки заводів, що виготовляють мінеральні добрива, кислоти, будівельні вироби і матеріали й ін.);
- забруднені переважно органічними домішками (стоки підприємств хімічної і нафтохімічної промисловості, що виготовляють полімерні плівки, пластмаси, каучук та ін.);
- забруднені мінеральними й органічними домішками (стоки підприємств нафтовидобувної, нафтопереробної, нафтохімічної промисловості, що виготовляють продукти органічного синтезу й ін.).

До першої групи відносяться стічні води содових, сірчанокислотних заводів, збагачувальних фабрик, свинцевих, цинкових, нікелевих руд, шахт, копалень та інших галузей промисловості. У цих водах містяться кислоти, луги, солі, сірчисті з'єднання, тонни важких металів, зважені мінеральні речовини й інші речовини, що несприятливо змінюють властивості води у водоймищах – її прозорість, колір, смак, рН, жорсткість.

До другої групи відносяться стічні води хімічної і нафтохімічної промисловості, що виготовляють пластмаси, каучук і т.д. У цих стоках містяться аміак, вуглеводні, спирти, альдегіди, кетон, феноли, смоли, сірководень і т.п. Їх шкідлива дія виявляється, в основному, в окислювальних процесах, що знижують у воді вміст кисню, збільшують її окислюваність і біологічну потребу в кисні, погіршуються й органолептичні показники води.

Речовини третьої групи – нафтопродукти, які потрапляючи у водоймища створюють плаваючі плівки, розчинені або такі, що емульсують у воді, нафтопродукти, важкі фракції, що осіли на дно, продукти адсорбції ґрунтом дна або берегів водоймища.

За концентрацією забруднюючих речовин виробничі стічні води розділяються на чотири групи:

- I – 50 мг/л;
- II – 500...5000 мг/л;
- III – 5000...30000 мг/л;
- IV – більше 30000 мг/л.

За ступенем агресивності стічні води поділяють на:

- неагресивні – рН=6,5-8,0;
- малоагресивні – рН=8-9;
- сильноагресивні – рН > 9.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ПОБУТОВИМИ СТІЧНИМИ ВОДАМИ

Особливо небезпечним для здоров'я людини є забруднення природних вод **побутовими стоками**. Така забруднена вода зовсім непридатна для постачання населенню.

Забруднення побутовими стічними водами довгий час вважалося менш небезпечним, оскільки забруднюючі водоймища речовини були малостійкими. Проте останніми роками були синтезовані і стали широко застосовуватися **миючі речовини**, які стійкі й отруйні для мешканців водоймищ (у т.ч. й морів).

Значним джерелом забруднення водоймищ можуть бути побутові стічні води, які несуть із собою фізіологічні виділення людини, забруднення від купання, умивання, прання білизни, миття приміщень, а також папір, обривки тканин, сміття. У цих стоках 60 % складають органічні речовини. Відмінною рисою побутових стічних вод є їх **бактеріальне зараження**: в 1 мм³ води можуть міститись десятки мільйонів бактерій, у тому числі і хвороботворні, а також яйця гельмінтів. Підраховано, що на

нашій планеті майже 500 млн. людей щорічно хворіє через користування забрудненою водою, оскільки вона містить збудники різномантних **інфекційних захворювань** (паратиф, дизентерія, інфекційний вірусний гепатит, туляремія та ін.).

Зливові стоки змивають у водоймища забруднення з поверхні землі: при сильних зливах і затяжних дощах їх кількість може перевищувати побутові стоки, а концентрація забруднюючих речовин у них бути високою.

Слід зазначити, **що основна маса побутових відходів піддається очищенню і знезараженню перед скиданням у водоймища**. Спочатку для видалення щільних зважених частинок проводиться **механічне очищення** стоків, потім вони піддаються **біологічному очищенню** шляхом окислення мікроорганізмами в полях фільтрації або в полях зрошування, а частіше в спеціальних очисних пристроях (біофільтри, аеротенки й ін.), що імітують і прискорюють процес природного очищення.

Крім очищення від забруднень побутові стоки повинні бути звільнені від мікробів і яєць гельмінтів, що і досягається на полях зрошування (до 98%); для інших способів очищення необхідне **додаткове знезараження хлором або іншими дезінфікуючими речовинами**.

Отже, особливо сильно забруднюють природні поверхневі води промислові стічні води *хімічних, нафтопереробних, металургійних, шкіряних заводів, текстильних і целюлозно-паперових фабрик, м'ясокомбінатів* та інших підприємств.

Усі **види забруднень** можна розподілити на хімічні, фізичні, біологічні й теплові.

Залежно від виду виробництва стічні води містять різні **шкідливі сполуки неорганічної** (луги, кислоти, мінеральні солі) **та органічної** (органічні сполуки, поверхнево-активні речовини, мийні засоби, пестициди, нафтопродукти тощо) **природи**. Більшість з них отруйні для біоти водойм. Ці сполуки поглинаються фітопланктоном і передаються ланцюгами живлення більш високоорганізованим організмам. У результаті вміст шкідливих речовин у м'ясі хижої риби (щука, судак, окунь) може в тисячі разів перевищувати їх вміст у воді. Це дуже небезпечно для людей, птахів і тварин, що споживають цю рибу.

Біологічне забруднення води відбувається за рахунок надходження зі стічними водами різних мікроорганізмів, рослин і тварин (найпрості-

ші, гриби, черви, бактерії, віруси та ін.). Найбільшими біологічними забрудниками є комунально-побутові стічні води. Промисловими біологічними забрудниками є підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати й цукрові заводи.

Фізичне забруднення води пов'язане зі зміною її фізичних властивостей: прозорості, вмісту зависей та інших нерозчинних домішок, температури й радіоактивності.

Теплове забруднення спричиняє спускання у водоймища теплих вод з різних енергетичних установок. Надходження нагрітих вод у ріки й озера істотно змінює їх термічний і біологічний режими.

Забруднення промисловими відходами, скидання недостатньо очищених стічних вод, термічні води, змивання сільськогосподарських добрив і пестицидів, а також кислотні дощі стали реальною загрозою всій гідрографічній системі Землі та існуванню людини.

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТОКІВ

Механічні методи очищення стічних вод

Механічне очищення застосовують для вилучення зі стічних вод (СВ) нерозчинених грубодисперсних домішок методами ***проціджування, відстоювання, фільтрування***.

Очищення механічними способами зазвичай застосовують як першу стадію в загальній системі очищення стічних вод.

Основними процесами механічного очищення є:

- проціджування стічної води на решітках і сітках для вилучення великих шматків домішок і сторонніх предметів;
- уловлювання в пісковловниках важких домішок, які проходять через ґрати і сітки;
- відстоювання для видалення нерозчинних, тих що тонуть і плавають, органічних і неорганічних речовин, які не затримані решітками і пісковловниками;

- видалення твердих завислих частинок у гідроциклонах;
- фільтрування через різні фільтри для затримування тонкодисперсних суспензій.

Той або інший процес механічного очищення або їх комбінацію застосовують залежно від властивостей домішок і необхідного ступеня їх вилучення.

Проціджування та відстоювання

Для попереднього видалення плаваючих великих або волокнистих забруднювачів (шматки дерева, ганчірки), частинок, що плавають, застосовується проціджування стоків через решітки і сита. За значного вмісту в стічних водах грубодисперсних суспензій першою стадією очищення повинне бути відділення частинок у піскових фільтрах різних конструкцій (пісковловниках). Проціджування як різновид механічного очищення призначене в основному для вилучення із стічних вод великих твердих нерозчинених частинок розміром до 25 мм, а також дрібних волокнистих частинок, які при подальшій обробці стоків є перешкодою для нормальної роботи очисного обладнання.

Решітки, через які проціджують стічні води, виготовлені з металевих прутів (стрижнів) із проміжком 5-25 мм, установлюють у колекторах очисних споруд вертикально або під кутом 60-75° до горизонту. Їх розраховують на максимальний притік стічних вод або на пропускну здатність очисної станції.

Швидкість стічної води на решітці не повинна перевищувати 0,8-1,0 м/с при максимальному потоці стічних вод.

Під час роботи решітки повинні постійно очищатися механічним способом за допомогою вертикальних чи поворотних граблів. Зняті з решітки домішки подрібнюють у спеціальних дробарках і скидають у потік стічної води за решіткою або спрямовують на переробку.

Для видалення більш дрібних зважених частинок застосовують сита, які бувають двох типів: барабанні й дискові. Перші являють собою сітчасті барабани з отворами 0,5-1,0 мм. При обертанні барабана стічна вода фільтрується через його зовнішню або внутрішню поверхню в залежності від подачі води. Затримані домішки змиваються з сітки водою і відво-

дяться в жолоб. Продуктивність сита залежить від діаметра барабана, його довжини і властивостей домішок. Сита широко застосовують у целюлозно-паперовій промисловості, а також у виробництві деревиноволокнистих плит.

За невеликого об'єму уловлених твердих відходів їх збирають в контейнери і видаляють, а за значного – розмелюють на дробарках. У разі наявності в стічних водах значної кількості грубодисперсних суспензій першою стадією очищення повинно бути відділення частинок у **пісковловниках**, які розраховують на максимальну витрату стічних вод і перевіряють розрахунок за мінімального притоку.

Основне призначення пісковловників – затримання мінеральних частинок розміром, більшим за 0,2 мм (пісок).

Пісковловники бувають горизонтальні з коловим рухом стічної води і горизонтальні з прямолінійним рухом стічної води, а також пісковловники, що аеруються.

Для підтримання в горизонтальних пісковловниках постійної швидкості руху стічних вод на виході з них необхідно встановлювати водозлив з широким порогом.

Стічна вода підводиться до пісковловників і відводиться від них по лотках. Після заповнення пісковловників осад видаляють по гідроелеваторах. Для великогабаратних пісковловників розроблено пристрій, який збирає нафтопродукти. Пісковловники можна встановлювати після нейтралізаторів сірчаноокислих стічних вод в тому випадку, коли випадання нерозчинних домішок вапняного молока (або меленого вапняку) і валиків кристалів гіпсу призводять до появи важких зважених частинок, які були відсутні у водах до нейтралізації. Аеровані пісковловники у вигляді горизонтальних резервуарів застосовуються для виділення мінеральних частинок з одночасною аерацією стічних вод повітрям, що подається від насосно-повітряної станції.

Конструкції застосовуваних відстійників залежать від витрати, складу і т.д. Найбільш поширені **горизонтальні відстійники**, в яких частинки суспензії, осідаючи на дно або спливаючи, рухаються горизонтально разом з очищеною водою. Затримуються частинки, які встигають осісти на дно або піднятися на поверхню води в межах робочої довжини.

Швидкість руху шкребків (шкребки згрібають шлам до приямка, а речовини, які випливають на поверхню – до лотка А або труби для їх видалення, в залежності від характеру шламу, становить 20-30 м/год й ефективність їх роботи складає 85% щодо завислих частинок і 50-80% щодо нафтопродуктів.

За великих кількостей СВ застосовують радіальні відстійники – це конструктивний різновид горизонтальних. Застосовують також тонкошарові відстійники для очищення низькоконцентрованих СВ, які містять дрібнодисперсні нерозчинні домішки. Утворений у відстійнику або гідроциклоні шлам, що уявляє собою суміш піску й олії, перед вивезенням у відвал зневоднюється на фільтр-пресах або вакуум-фільтрах.

Ефективність відстоювання СВ можна підвищити, здійснюючи його двічі – у первинних і вторинних відстійниках (у випадку застосування біохімічного очищення вторинне відстоювання зазвичай виконується після нього). З іншого боку, ефект очищення оливомістких СВ може бути зведений нанівець несвоєчасним очищенням відстійників і відсутністю систем збирання олії.

Таким чином, відстоювання будучи основним і часто єдиним методом очищення стоків від механічних домішок і нафтопродуктів, має низьку істотних недоліків:

- громіздкість, велика площа;
- видалення тонких суспензій вимагає тривалого перебування стічних вод у відстійнику, що знижує продуктивність;
- ступінь очищення відносно низька.

Нафтовловлення та усереднення

Полютанти з густиною, нижчою за густину води, необхідно видаляти, змушуючи їх спливати на поверхню води. Це – нафтопродукти, олії, смоли й інші речовини, які вловлюють в пастках, олієвловниках, смоловідстійниках.

Нафтовловник – прямокутний, витягнутий у довжину залізобетонний відстійник, що розділений на декілька секцій, щоб можна було періодично виключити одну з них для очищення або ремонту.

До недоліків нафтовловників відносять:

- вони займають багато місця;
- забруднюють атмосферу виділеннями;
- потік води в них розподіляється нерівномірно;
- шкребковий механізм ненадійний в роботі;
- низький ступінь очищення;
- правильна експлуатація є складною.

Необхідно передбачити пристрої для збирання нафтопродуктів, які спливли, і вилучення осаду.

За таким самим принципом працюють олієвловники.

Якщо необхідно усереднити вміст і витрати виробничих стічних вод передбачаються усередники, об'єм яких визначається за графіками притоку стічних вод і коливань концентрацій забруднень в них.

Виділення механічних домішок у полі дії відцентрових сил та фільтрування

Виділення механічних домішок у полі дії відцентрових сил здійснюється в гідроциклонах і центрифугах, де зважені частинки виділяються з рідини під дією відцентрових сил, які виникають від того, що рідина, яка очищується, вводиться в пристрій тангенційно. Це викликає її обертовий рух і прояв відцентрових сил.

Швидкість відбору зі стічної води завислих твердих частинок може бути збільшена дією відцентрових сил у гідроциклонах, що бувають напірні і безнапірні (відкриті).

У напірній гідроциклонній конструкції (закриті гідроциклони) стічна вода подається під тиском тангентально. Основний потік її рухається в білястінковому просторі по спіралі донизу. У кінцевій частині потік повертає до центру апарата і рухається нагору до вихідного патрубку. Завислі частинки переміщаються в білястінковий шар, сповзають до вершини конуса і видаляються через розвантажувальний отвір.

Напірні гідроциклони затримують частинки суспензії величиною 0,1-0,5 мм і більше. У випадку очищення стічних вод, що містять абразивні домішки, застосовуються напірні гідроциклони з внутрішньою поверхнею, футерованою зносостійким литтям. Напірні гідроциклони застосовують для видалення зі стічних вод механічних частинок зі швидкістю осадження менше 0,02 м/с.

Очищувана вода подається по патрубку в циліндричну частину гідроциклону зі швидкістю до 20 м/с і рухається вздовж стінок по спіралі донизу; в конічній частині – вона повертається до вертикальної осі апарата і по внутрішній спіралі піднімається догори до вихідного патрубка. Під дією відцентрової сили зважені частини випадають з потоку і через спуск для шламу виводяться з системи.

Для збільшення пропускної здатності і ступеня очищення встановлюють групу з паралельно включених гідроциклонів.

Істотним *недоліком напірних гідроциклонів* є їх відносно велика енергоємність і складність видалення речовин, які спливають.

Недоліків напірних гідроциклонів не мають *відкриті (безнапірні) гідроциклони*, що працюють за порівняно невеликих швидкостей потоку, унаслідок чого завислі частинки видаляються, в основному, внаслідок дії гравітаційних, а не відцентрових сил. Проте вони затримують лише великі частинки (10 мм і більш).

Відкриті гідроциклони застосовуються для виділення зі стічних вод великих механічних частинок зі швидкістю осадження більше 0,02 м/с. *Переваги відкритих гідроциклонів* – велика продуктивність і незначні втрати тиску (не більше 0,5 Па). Ефективність очищення в них залежить від характеристик забруднень (виду матеріалу, розміру і форми частинок тощо), а також від конструктивних і геометричних характеристик самого гідроциклону.

Застосовуються *відкриті гідроциклони трьох типів*:

- *гідроциклони без внутрішніх пристроїв* для виділення домішок, а також зкоагульованих зважених частинок нафтопродуктів;
- *гідроциклони з діафрагмою і циліндричною перегородкою* за витрати стічних вод на один апарат до 220 м³/год – для частинок розміром 0,2 мм і більше, а також зважених нафтопродуктів;
- *багатоярусні* – за витрати стічних вод на один апарат більше 200 м³/год – для виділення частинок розміром 0,2 мм і більше і нафтопродуктів.

Оскільки відцентрові сили в багато разів перевищують сили тяжіння, гідроциклони в десятки разів менші за об'ємом або площею за від-

стійники, в них значно збільшується швидкість осадження зважених частинок і зменшується площа, яку вони займають. Їх дуже зручно використовувати для замкнених зворотних циклів. До *недоліків* треба віднести – значні витрати електроенергії для створення необхідного тиску і швидке зношування апаратів.

Фільтрування застосовується також після застосування фізико-хімічних і біологічних методів очищення, тому що деякі з цих методів супроводжуються видаленням у воду, яка очищається, механічних домішок.

Процес фільтрування полягає у тому, що стічна вода проходить (фільтрується) через пористе середовище, яке знаходиться у спеціальних установках-фільтрах. При цьому зважені частинки затримуються на поверхні і в тілі фільтрувальних речовин. Найчастіше для фільтрування застосовують кварцовий пісок із зерном діаметром 0,5-2,0 мм. Чим дрібніший пісок, тим вищий ступінь очищення, але тим скоріше забруднюється фільтрувальний матеріал і виникає необхідність його регенерації.

Робота фільтра характеризується швидкістю фільтрування, яка визначається в $\text{м}^3/\text{год}$ на 1 м^2 площі поверхні фільтрувального шару. Розрізняють швидкісні фільтри зі швидкістю 6-10 $\text{м}^3/\text{год}$ і надшвидкісні, які працюють з початковою швидкістю 50-100 $\text{м}^3/\text{год}$ і кінцевою швидкістю – 20 $\text{м}^3/\text{год}$. Перші – виготовляються відкритими (безтисковими), другі – закритими (тисковими), причому тиск в них створюється водою або подачею стисненого повітря.

Вода, що очищується, вводиться у фільтр по лотку 1 на фільтрувальний матеріал 5, що розташований на дренажній основі 9 з отворами для проходження води. Проходячи через фільтрувальний шар, вода очищається, поступає у підфільтровий простір 8 і виводиться з фільтра по трубі 7. Після деякого часу роботи, визначеного регламентом, фільтрувальний матеріал регенерують, промиваючи його зворотнім потоком води. Для цього фільтр відключають шибером 2 (включаючи одночасно другий резервний фільтр), по входу промивальної води 6 подають воду, часто гарячу, іноді разом зі стисненим повітрям. Вода і повітря, проходячи через фільтрувальний матеріал, промивають його, виносячи бруд через отвір 3 в очисні споруди.

Найкращі характеристики мають **комбіновані фільтри**, в яких процес фільтрування поєднаний з іншими методами очищення стічної води.

Механічне очищення є попереднім, рідше – кінцевим етапом очищення стічних вод, і забезпечує виділення зважених речовин до 90-95% і зниження органічних поллютантів до 20-25% (за БСК).

Хімічні та фізико-хімічні методи очищення стічних вод

Хімічні методи очищення стічних вод

Хімічне очищення застосовують у тих випадках, коли вилучення забруднювачів можливе лише в результаті хімічних реакцій між поллютантами і реагентами, що вводяться, з утворенням нових речовин, які легко видалити зі стічних вод.

Під час хімічного очищення *відбуваються реакції конденсації, окислювання, нейтралізації*, в результаті яких утворюються:

- нетоксичні або менш токсичні речовини;
- розчинні у воді сполуки перетворюються на нерозчинні і легко відокремлюються;
- кислі і лужні стоки – нейтралізуються.

Цей метод очищення вимагає великої витрати реагентів. Крім того, нові сполуки, що утворилися, хоча і нетоксичні, однак забруднюють водойми, тому потрібне додаткове очищення стоків іншими способами.

Інколи можна знайти кілька *хімічних реакцій, критеріями у виборі яких є:*

- ефективність процесу очищення,
- швидкість реакції,
- вартість реактивів,
- зручність наступного вилучення після реакції речовин – інші фактори.

Оскільки після реакції необхідно видалити зі стоку речовини, що утворилися, методи хімічного очищення зазвичай поєднують з механічним або фізико-хімічним очищенням.

Методи хімічного очищення найбільш прийнятні в системах локального очищення стоків, де обсяги води, що очищається, відносно невеликі, а концентрації забруднюючих речовин значні.

Відстоюванням, флотацією і фільтруванням зі стічних вод можуть бути вилучені суспензії з діаметром частинок $d_{\text{ч}}=5$ мкм. Для видалення

більш дрібних частинок і для інтенсифікації осадження частинок $d > 5$ мкм застосовується **реагентна обробка**, яка полягає в коагуляції забруднень за допомогою реагентів-коагулянтів і флокулянтів (від лат. *coagulatio* – згортання, згущення, *floculi* – пластівці).

Неорганічні коагулянти (сірчаноокислий алюміній $Al_2(SO_4)_3$, залізний купорос $FeSO_4 \cdot H_2O$, хлорне залізо $FeCl_3$, бентоніт і ін.) гідролізуються у воді з утворенням пластівців гідроокисів, які у процесі осадження сорбують тонкодисперсні забруднення, включаючи колоїдні, завдяки чому прискорюється процес очищення. На машинобудівних заводах як коагулянт використовують оброблені травильні розчини, що містять сульфат заліза $FeSO_4$. Таким чином, **коагулянти** – речовини, введення яких у рідину спричиняє злипання і випадання в осад дрібних частинок.

Флокулянти (поліакриламід, активована кремнієва кислота) сприяють утворенню більш великих і міцних пластівців або інтенсифікують процес *самокоагуляції частинок* (об'єднання колоїдних частинок у пухкі пластівчасті агрегати). Застосування реагентної обробки дозволяє досягти ефективності уловлювання $\eta = 99,5\%$. Проте, така обробка істотно ускладнює експлуатацію очисних споруд і тому доцільна лише в тих випадках, коли до очищення ставляться підвищені вимоги – у разі скидання очищених стоків у водойми або їх спрямування у системи чистої охолоджувальної води.

Пил, що викидається зі сталеплавильних печей та інших агрегатів металургійного циклу і забруднює стічні води при мокрому очищенні газів, містить до 60% заліза і його окислів. Використовується **безреагентна коагуляція** феромагнітних дрібнодисперсних суспензій, яка здійснюється шляхом впливу на стічні води магнітними полями (за допомогою електромагнітного коагулятора, що установлюється на трубопроводи, які подають стічні води у відстійник).

Стоки гальванічних і травильних цехів – це порівняно концентровані відпрацьовані розчини переважно кислот, лугів, солей і промислових вод. Такі стоки підлягають **нейтралізації** (доведення реакції до нейтральної $pH=6,5-8,5$).

Для виконання операцій нейтралізації в стічні води додаються реагенти, під впливом яких кислоти або луги, що містяться в стоках, нейт-

ралізуються, а інші забруднення, в основному, іони важких металів, випадають в осад.

Можуть використовуватися й інші реагенти – *луги, сода, вода* – у випадках, коли вони містяться у твердих або рідких відходах виробництва (тобто вирішуються два завдання – нейтралізація стічних вод й утилізація відходів – *комплексний підхід*). За нейтралізації сірчано-кислотних стічних вод вапном утворюється гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, який відкладається на стінках трубопроводів і арматури. Для боротьби з цим використовується регулярне промивання трубопроводів, застосування вінілпластикових або поліетиленових труб замість металевих, тобто таких, що мають *антиадгезійні властивості*.

Реагенти вибирають залежно від складу і концентрації кислої стічної води.

При цьому враховують, буде в процесі утворюватися осад чи ні.

Розрізняють **три види кислотомісних стічних вод**:

Води, що містять слабкі кислоти (H_2CO_3 , CH_3COOH).

Води, що містять сильні кислоти (HCl , HNO_3). Для їх нейтралізації може бути використаний будь-який названий вище реагент. Солі цих кислот добре розчинні у воді.

Води, що містять сірчану і сірчисту кислоти. Кальцієві солі цих кислот погано розчинні у воді і випадають в осад.

Нейтралізацію можна проводити:

1. **Змішуванням** – для очищення кислих і лужних вод, які не забруднені іншими компонентами.
2. **Додаванням реагентів** – для очищення кислих вод NaOH , Na_2O_3 , KOH , CaCO_3 , MgCO_3 , соди тощо.
3. **Фільтруванням** через нейтралізуючі матеріали (магнезит, доломіт, вапняк, шлак, золу).
4. **Кислими газами** – для лужних стічних вод – газами з CO_n , SO_n , NO_n (димовими газами).

Метод **етерифікації** полягає в перетворенні низькомолекулярних кислот (масляна, оцтова і т.д.) в ефіри з низькою температурою кипіння, які видаляються зі стічних вод відгоном. Для прискорення реакції ете-

рифікації застосовуються *каталізатори* – мінеральні кислоти. Процес очищення виконують в апаратах періодичної або безперервної дії з використанням цінних вилучених складних ефірів. Застосування етерифікації для очищення стічних вод можливе у виробництвах синтетичних жирних кислот, оцтового ангідриду, триацетату целюлози й ін. Можлива переробка розчинних забруднювачів стічних вод у малорозчинний стан.

Окислювання забруднювачів застосовується тоді, коли їх неможна вилучити або видозмінити іншими способами. Високу окисну здатність хлору, наприклад, використовують для очищення стічних вод від сірководню, гідросульфідів, метилсірчаних сполук, фенолу. Особливо слід зазначити можливість застосування **хлорування** для руйнування канцерогенних речовин (спричиняють онкологічні захворювання) таких, як 1,2-бензапірен.

Окислювання можна проводити:

- *перекисом водню змішаним з водою* – використовується для окислення нітритів, альдегідів, фенолів, барвників тощо. Для активізації процесу додають каталізатори – іони металів змінної валентності;
- *киснем повітря* – для очищення води від заліза, сульфідних стоків тощо;
- *нітромагнітом*.

Озонування забезпечує знебарвлення води, усунення присмаків і запахів, знезараження, очищення стічних вод від фенолів, нафтопродуктів, сірководню, миш'яку, ПАВ, ціанідів, пестицидів тощо.

Застосування озону для глибокого очищення стічних вод обумовлено його високою реакційною здатністю і сильною окисною дією.

Даний метод не призводить до збільшення содового складу очищеної води, не забруднює воду продуктами реакції і реактивами; його можна застосовувати для очищення стічних вод від фенолів, нафтопродуктів, поверхнево-активних речовин, канцерогенних речовин, від тетраетилсвинцю і т.д. Проте цей метод достатньо коштовний.

Очищення відновленням застосовується за необхідності видалення зі стічних вод речовин, які легко розчиняються (сполуки ртуті, миш'яку, хрому тощо). Для відновлення *сполук ртуті* застосовується сульфід заліза, гідросульфід *Na*, залізний порошок, сірководень, гідросульфід тощо.

Для відновлення хрому використовується активоване вугілля, бісульфат натрію, діоксид сірки, сульфат заліза тощо. Як відновник використовується гідросульфід цинку, сполуки, які містять фосфор, природний газ, аміак, деревне вугілля, водень тощо.

Для видалення іонів важких металів застосовують **реагентні методи очищення**, суть яких полягає в переведенні розчинених у воді речовин у нерозчинні і наступним виділенням їх з води у вигляді осаду. У ролі реагентів використовуються гідроксиди натрію та кальцію, сульфід натрію, різні відходи тощо.

Фізико-хімічні методи очищення

Фізико-хімічні методи вимагають застосування реагента і базуються на зміні фізичного стану політантів, що спрощує їх видалення зі стоків.

До них відносяться:

- коагуляція, яка збільшує розмір частинок забруднюючих речовин і полегшує їх осадження;
- флоатація, за якої домішкам надають велику плавучість і вони спливають на поверхню води;
- сорбція;
- адсорбція;
- дезодорація;
- екстракція.

Політанти поглинаються твердими або рідкими сорбентами і видаляються з ними, а із застосуванням методу евапорації – відганяються з розчину при нагріванні як більш леткі, ніж вода. Останніми роками широкого застосування набув іонний обмін – вилучення з водних ресурсів різноманітних катіонів і аніонів за допомогою твердих речовин-іонітів, з наступною регенерацією і використанням забрудника.

Методи фізико-хімічного очищення потребують використання дорогих реактивів, проте завдяки їх ефективності, а іноді неможливості вирішити завдання очищення іншим способом, дані методи широко застосовують у промисловості, особливо для очищення багатокomпонентних стічних вод з малою концентрацією політантів.

Останнім часом широко застосовується метод флотації для очищення стічних вод, забруднених легкими і високодисперсними суспензіями. Ефект флотацій полягає в тому, що дисперговані в тонкій суспензії пухирці повітря прилипають до частинок суспензії і спливають разом з ними на поверхню рідини, утворюючи над нею піну (флотаційний шлам). У процесі флотації в пінний шар крім твердих речовин переходять багато емульсій, у тому числі емульсії нафтопродуктів і жирів, а також розчинені в стічних водах поверхнево-активні речовини.

Переваги флотації:

- високий ступінь очищення (до 90-98%);
- порівняно незначний час перебування стічних вод (20-40 хв.) у флотаційних установках;
- очищення одночасно супроводжується аерацією, зниженням вмісту бактерій і мікроорганізмів, що поліпшує загальний санітарний стан стічних вод;
- флотаційний шлам має більш низьку вологість (90-95%), ніж вологість шламу, отриманого в результаті відстоювання (95-99,8%);
- флотація є універсальним методом очищення стосовно різних видів забруднень.

Усе це дозволяє розглядати флотацію як перспективний процес знезараження стічних вод.

Один з поширених типів флотаторів базується на принципі диспергування повітря турбіною насосного типу (імпелером). Застосовується він для видалення зі стічних вод емульгованих нафтопродуктів. На малюнку наведена двокамерна імпелерна флотаційна машина.

Повітря засмоктується імпелером по спеціальній трубці. Лопатками обертового пропелера вода і повітря перемішуються і суміш, що утворюється, викидається зі статора (диск з отворами для внутрішньої циркуляції води).

Решітка, яка оточує статор сприяє більш дрібному диспергуванню повітря у воді. У флотаційній камері над решіткою повітряні пухирці з частинками забруднень, які прилипли до них, спливають на поверхню. Піна, яка містить нафтопродукти видаляється з поверхні води лопатковим пінозні-

мачем. З першої камери частково очищена і насичена повітрям вода надходить у другу камеру, де відбувається додаткове очищення.

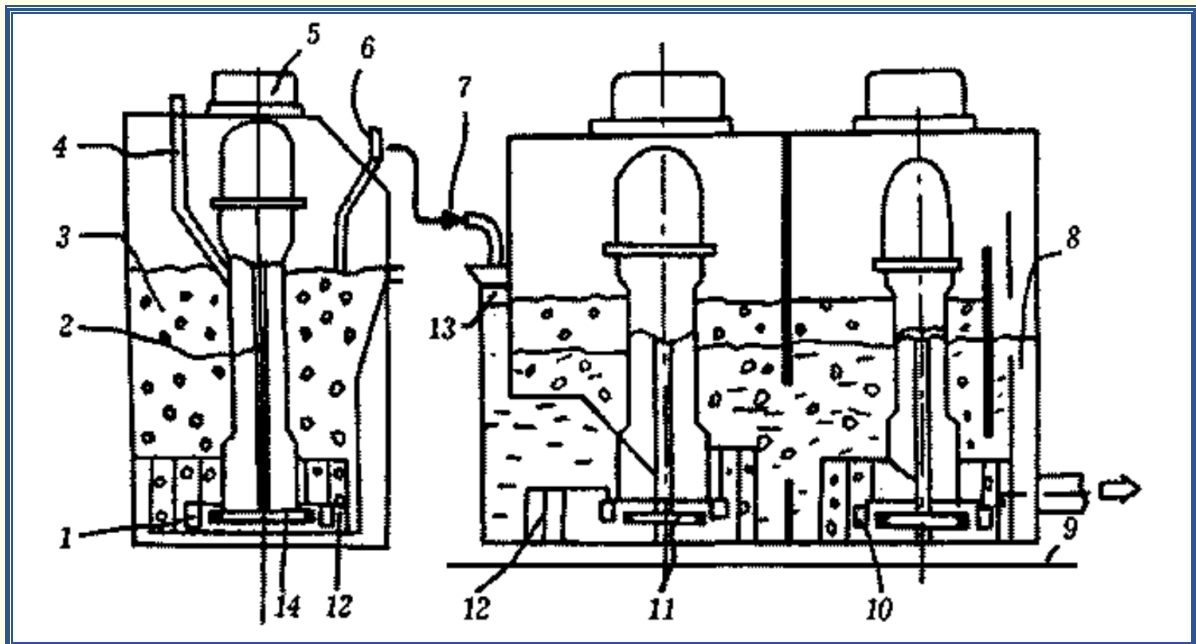


Рис. 9. Двокамерна флотаційна машина: 1 – статор; 2 – вал імпелера; 3 – флотаційна камера; 4 – повітрозабірна труба; 5 – привід; 6 – пінознімач; 7 – стічні води; 8 – випускна кишеня; 9 – очищена вода; 10 – статор; 11, 14 – імпелер; 12 – решітка (заспокійник); 13 – приймальний карман

Розчинені у воді гази і леткі органічні сполуки (бензин, деякі сірчисті сполуки, низькомолекулярні ефіри і т.п.) вилучаються і стічні води очищаються шляхом аерування, тобто продуванням через неї диспергованого повітря. При барботуванні повітря через стічні води пара розчиненого компонента дифундує усередину повітряних пухирців і виноситься ними на поверхню води. Цей процес називається десорбцією або видуванням. Установка для видування летких компонентів – скруббер, через який за допомогою вентилятора продувається повітря, попередньо нагріте у калорифері (можливе застосування інертних газів – N_2 , CO_2 і ін.).

Найбільше поширення одержав спосіб напірної флотації, рідше застосовують флотацію турбінкою насосного типу.

Описана схема флотації має наступні недоліки: у результаті очищення стічних вод, що містять нафтопродукти, відбувається утворення емульсії в процесі перекачування води відцентровим насосом, крім того, доводиться прокачувати через систему весь обсяг води, яка очищається. Існують схеми, в яких насиченню повітрям підлягає лише частина води,

яка береться з флотовідстійника і подається насосом у напірний резервуар; тоді зменшується емульгування, але виникає необхідність збільшення об'єму флотовідстійника. Ефективність флотації може бути збільшена введенням у процес очищення коагулянтів і флокулянтів.

Напірну флотацію застосовують для очищення стічних вод нафтопереробних заводів, виробництва віскозних волокон, целюлози й в інших випадках.

Флотаційна установка з використанням турбіни складається з корпусу, на дні якого встановлені одна або декілька турбін. Вони засмоктують атмосферне повітря і розпилюють його в стічній воді. Вода, яка очищається, рухається згори донизу, очищена іде знизу, піну, що утворюється на поверхні, спеціальний пристрій зганяє в збірний лоток.

Сутність **способу екстракції** полягає в тому, що стічну воду змішують з екстрагентом, тобто з такою рідиною, у якій речовина-забруднювач розчиняється краще, ніж у воді, а сам екстрагент не змішується з водою. При цьому речовина, яка забруднює стічну воду (її називають екстрагованою речовиною), певною мірою, іноді значною, переходить в екстрагент. Відокремлюючи екстрагент від води і разом з ним частину екстрагованої речовини, можна досягти значного зменшення концентрації поллютанта в стічній воді. А екстрагент із розчищеною у ньому забруднюючою речовиною можна регенерувати: вилучити з нього екстраговану речовину, а екстрагент знову застосувати для процесу екстракції. Завдання полягає в тому, щоб підібрати потрібний екстрагент для конкретної речовини, що забруднює стічну воду.

Для більшого ступеня очищення іноді встановлюють послідовно кілька екстракторів. Як екстрагент застосовують бутилацетат, іноді в суміші з бутиловим спиртом, рідше – бензол; використовують і інші органічні розчинники.

Очищення екстракцією стічних вод від фенолу ефективні, наприклад, у процесах термічної переробки горючих сланців при вмісті фенолу у стоках 10-12 г/л. Після очищення екстракцією вміст фенолу знижується до 600-800 мг/л, тобто до концентрацій, за яких можливе додаткове очищення від забруднювача біохімічними способами; в даному випадку утилізація уловленого фенолу для виробництва смол, дубильних засобів і т.п. не лише покриває видатки на очищення, але і виявляється прибутковою.

Принцип **адсорбції** застосовують для очищення стічних вод від найрізноманітніших органічних сполук, у тому числі багатокomпонентних і настільки низькоконцентрованих, що застосування інших способів очищення є малоефективним

Адсорбційне очищення стічних вод може бути **регенеративним**, тобто з вилученням з адсорбента уловлених ним речовин і подальшим їх використанням, або **деструктивним**, при якому вилучені зі стічних вод забруднення знищують, як такі що не мають технічної цінності, іноді разом з адсорбентом.

Цінні, поглинуті адсорбентом речовини, можуть бути вилучені з нього *екстракцією органічними розчинниками, відгоном адсорбованої речовини з водяною парою, випаровуванням цієї речовини потоком нагрітого інертного газу й іншими способами.*

У випадку деструктивного очищення стоків від багатокomпонентних речовин вилучена їх суміш зазвичай не має технічної цінності і, якщо адсорбент був теж малоцінним (наприклад, буре вугілля, торф, коксовий дріб'язок, тирса й ін.), їх знищують спільним спалюванням або вивозять у місця зберігання відходів. Якщо адсорбентом було активоване вугілля, яке є цінним продуктом, то його вивільняють від поглиненого забруднення продуванням сумішшю продуктів горіння горючих газів з перегрітою водяною парою при $t=700-800\text{ }^{\circ}\text{C}$. При цьому полютанти випалюються, а сорбційна активність адсорбента навіть підвищується і його знову можна використовувати для процесу очищення.

Евапорацією називають відгін з водяною парою летких речовин, які забруднюють стічну воду. Через стічну воду, нагріту приблизно до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, пропускається насичена водяна пара, що захоплює леткі домішки. Далі пара проходить через адсорбент, теж нагрітий приблизно до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, в якому з пари вилучаються захоплені ним, домішки. Перевага цього способу очищення полягає в тому, що в стічну воду не вводять реактиви, які додатково її забруднюють.

Леткі компоненти зі стічних вод видаляють також за допомогою **нагрітого повітря, топкових або інертних газів.**

Одним з перспективних способів очищення стічних вод є **іонний обмін**. Іонітами можна вилучати зі стічних вод сполуки миш'яку і фосфору,

ціаністі сполуки і радіоактивні речовини, солі важких металів: хрому, нікелю, цинку, свинцю, ртуті й ін.

Більшість вилучених речовин токсичні для водних організмів і людини. Часто очищення від цих речовин іншими способами малоефективне або в результаті утворюються значні обсяги сильно заводнених осадів, чого не відбувається із застосуванням іонного обміну. Крім того, солі кольорових металів мають технічну цінність і їх утилізацією знижують витрати на очищення. Тому іонообмінне очищення все ширше застосовують у промисловості.

З метою очищення використовують синтетичні іонообмінні смоли різних марок, а саме очищення виконують в апаратах періодичної і безперервної дії. **Апарати періодичної дії** завантажують шаром іонообмінної смоли висотою 1,5-2,5 м, і процес очищення складається зі стадій сорбції, які чергуються між собою, регенерації і промивання від регенеруючого реагента за аналогією до регенеративних адсорберів. В **апаратах безперервної дії** іонообмінна смола рухається по замкненому контуру, послідовно проходячи стадії сорбції, регенерації і промивання.

Для регенерації застосовують, у залежності від виду іоніта і характеру стоків, які очищаються, різні реагенти: для очищення стічних вод виробництва віскозних волокон від окису цинку – 2-5% розчин кальцинованої соди, в інших випадках – соляну кислоту, розчин хлористого натрію й ін.

Вищеописані основні фізико-хімічні методи очищення стічних вод застосовуються в різних модифікаціях і в різних поєднаннях у промисловості. Але розроблені і частково використовуються у виробництві й інші перспективні способи очищення, зокрема **магнітним полем, електрохімічним способом**. Поширення набуває очищення методом **зворотного осмосу (гіперфільтрування)**.

Переваги способу гіперфільтрування:

- простота апаратури;
- можливість роботи при звичайній температурі;
- очищення води від неорганічних і бактеріальних забруднень; – мала залежність ефективності очищення від концентрації забруднень; – можливість отримання і використання цінних продуктів.

Недоліками є висока вартість мембран і їх швидка зношуваність.

На етапі проектування очисних споруд часто досить складно здійснити правильний вибір методів і схем очищення, а також вирішити питання про ефективне поєднання локального і загального очищення. Оптимальним рішенням є таке поєднання локальних і загальних методів, яке дозволило б вилучати з локальних стоків цінні компоненти, що підлягають утилізації, а також речовини, які утруднюють загальне очищення, а потім у загальному стоці використовувати нейтралізуючі і коагулювальні властивості компонентів локальних стоків підприємства.

Біологічне та термічне очищення стічних вод

Біологічне очищення стічних вод

Біологічне очищення – метод очищення стічних вод від органічних і деяких неорганічних домішок, що здійснюється спільнотою мікроорганізмів (біоценозом), яка включає велику кількість різних бактерій, простіших і ряд більш високоорганізованих організмів – водоростей, грибків тощо, пов'язаних між собою в єдиний комплекс складними взаємовідносинами (метабіоз, симбіоз і антагонізм).

Головна роль у цих процесах відводиться бактеріям, кількість яких знаходиться у межах від 10^6 до 10^{14} клітин на один грам сухої біологічної маси (біомаси). Кількість родів бактерій може сягати 5-10, кількість видів – кілька десятків і навіть сотень. Така велика кількість бактерій обумовлена наявністю у стічній воді органічних речовин різних типів.

У процесі очищення стічних вод беруть участь **бактерії гетеротрофи і автотрофи**, причому, перевагу отримує та чи інша група в залежності від умов роботи системи (відносно джерела вуглецевого живлення).

Біохімічне очищення стічних вод базується на здатності певних мікроорганізмів руйнувати органічні і деякі неорганічні сполуки (наприклад, сульфіді і солі амонію), перетворюючи їх на нешкідливі продукти окислювання: воду, двоокис вуглецю, нітрати і сульфатіони й ін.

Існує багато видів бактерій, кожен з яких здатний окисляти певні речовини. Наприклад, бактерії типу *псевдомонади* – окислюють метан, жирні кислоти, спирти; типу *мікробактеріум* – нафтопродукти і т.п.

Під дією мікроорганізмів можуть відбуватись окислювальний (аеробний) чи відновлювальний (анаеробний) процеси.

Аеробний метод здійснюється бактеріями за наявності у воді кисню. Аеробний процес може нормально протікати, якщо концентрація органічної речовини у воді, що очищується, виражена у біохімічній потребі в кисні (БСК), не буде перевищувати певної величини. Тому, в біологічному очищенні концентровані стічні води розбавляють низьконцентрованими побутовими стічними водами, а в окремих випадках чистою водою.

Мікроорганізми, що беруть участь у процесі біологічного очищення, формуються у вигляді активного мулу або біоплівки.

Активний мул – буро-жовті дрібні пластівці розміром 3-150 мкм, які зважені у воді і уявляють собою колонії живих мікроорганізмів, в тому числі бактерій, які утворюють слизові капсули – *зооглеї*.

Біоплівка – слизові обростання товщиною 1-3 мм живими організмами фільтрувального матеріалу очисних споруд.

Ефективність процесів біологічного очищення залежить від:

- температури, яка перебуває в межах 20-30 °С;
- активної реакції середовища (рН середовища), яка є оптимальною в межах 6,5-7,5;
- біогенних елементів – органічного вуглецю (БСК), азоту, фосфору.
- рівня живлення мікроорганізмів, який визначається за кількістю забруднень, що припадає на одиницю об'єму очисної споруди, на 1 грам сухої біомаси або на 1 грам беззольної частки біомаси;
- кисневого режиму, який має бути не нижчий за 2 мг/л;
- токсичних речовин, для яких встановлені ГДК, тобто межі, в яких вони не впливають негативно на роботу очисних споруд.

Анаеробний метод здійснюється бактеріями, які не потребують кисню і полягає в зброджуванні сильно зневоднених органічних забруднювачів у закритих апаратах без доступу кисню – метантенках. Його застосовують обмежено, в основному – для попередньої підготовки стоків, що дозволяє знизити концентрацію органічних забруднювачів у 10-20 разів і проводити подальшу очистку вже аеробним методом.

Усі споруди біологічного очищення поділяються на три групи за розташуванням в них активної біомаси:

- біомаса закріплена нерухомо, а стічна вода – рухається;
- біомаса знаходиться у стічній воді у вільному (зваженому) стані;
- суміщаються обидва варіанти.

До першої групи споруд відносяться фільтри; до другої – аеротенки, циркуляційні окислювальні канали, окситенки; до третьої – занурювальні біофільтри, біотенки, аеротенки з наповнювачами.

Біофільтри – очисні споруди, в яких стічну воду пропускають через шар крупнозернистого матеріалу, покритого біоплівкою, заселеною аеробними бактеріями і простішими організмами, що адсорбують і окислюють органічні речовини.

Біофільтр – це прямокутний або круглий резервуар з цегли або бетону, завантажений фільтрувальною масою. *Основна частина біофільтра* – змінний матеріал для підтримання активної біомаси. *Пропускна здатність біофільтра* визначається площею поверхні, що зайнята біомасою, і вільним доступом кисню повітря до неї. Чим більша площа і чим легший доступ кисню, тим вища пропускна здатність.

Як пускові насадки (завантаження) у біофільтрі використовують: щебінь; гравій; шлак; керамзит; керамічні пластмасові кільця; куби; кульки; циліндри; тканинні і пластмасові сітки, скручені в рулони.

У таблиці наведена характеристика біофільтрів для різних виробництв, яка свідчить, що пропускна їх здатність дуже залежить від складу стічних вод.

Таблиця 5

Характеристика біофільтрів для різних виробництв

Біофільтр	Виробництва	Глибина очищення БСК, мг/л		Продуктивність, м ³ /добу
		До	Після	
Крапельне завантаження висотою 1,5 м	Диметилтерефталату,	320-580	10-25	400
	Натрійбутадієнового каучуку			400
	Оксиду фтилена,			175
	Полівінілацетату,			500
	Хлоропренового каучуку			400

Продовження таблиці 5

Високонапірний, висота шару 3 м, витрата повітря 20 м³/м³	Нафтопереробний завод	400-600	20-25	300
Високонапірний, висота шару 4 м, витрата повітря 60 м³/м³	Бутадієнстирольного каучуку	400-600	20-25	250
З плоским навантаженням, висота шару 4 м	Підприємство органічного синтезу	250	25	7-9

Крапельні біологічні фільтри застосовуються на станціях очищення стічних вод продуктивністю не більше 1000 м³/добу, а **високонапірні** – до 50000 м³/добу.

Крапельні біологічні фільтри встановлюються:

- в опалювальних приміщеннях за середньорічної температури повітря до 3 °С будь-якої продуктивності, а за температури 3-6°С – продуктивністю до 500 м³/добу;
- у неопалювальних приміщеннях за середньорічної температури повітря 3-6°С – продуктивністю до 500 м³/добу;
- БСК стічних вод має бути не більшим за 220 мг/л; для вихідної стічної води з БСК більшим за 220 мг/л необхідно передбачати рециркуляцію; за БСК=220 мг/л і менше необхідність рециркуляції встановлюється розрахунком.

Аеробні методи очищення здійснюються в **аеротенках, біологічних фільтрах і біологічних ставках**.

В **аеротенках** активний мул перебуває у зваженому стані в усьому об'ємі стічної води, яка очищається.

Принцип побудови аеротенків: суміш води й активного мулу повільно рухається по прямокутних резервуарах аеротенка і безупинно насичується повітрям яке подається у воду через фільтроси, укладені на дні резервуара уздовж його довгої сторони або іншим способом.

Пухирці повітря, піднімаючись, перемішують активний мул зі стічними водами і не дають пластівцям мулу осідати на дно аеротенка; зовні це виглядає так, начебто вода кипить.

Установлено, що **біохімічне окислювання органічних речовин відбувається у дві стадії**: на першій стадії мікроорганізми адсорбують забруднюючі речовини; на другій – завершують їх окислювання і відновлюють свою початкову здатність до окислювання; обидві стадії починаються одночасно, але друга триває довше.

За високої вихідної концентрації забруднень, а також за наявності в ній речовин, здатність до окислювання яких різко відрізняється, застосовують двоступінчасте очищення, за якого стоки, що очищаються, проходять послідовно через два аеротенки.

Перший ступінь – анаеробне бродіння в метантенках або аеробне окислення в аеротенках; другий ступінь – біологічне очищення.

Анаеробне бродіння застосовується за БСК стічної води, що поступає, від 6000 до 20000 мг/л і концентрації мінеральних солей не більше 30000 мг/л.

Анаеробне окислення застосовується за БСК стічної води, що поступає, від 1000 до 6000 мг/л.

Для першого ступеня необхідно передбачити:

- рівномірну, на протязі доби, подачу стічних вод в обидва ступені метантенків;
- рівень стічних вод у метантенках нижче горловини на 0,5 м;
- повернення активного анаеробного мулу з другого ступеня метантенків у перший в кількості 30% від кількості стічних вод, що подаються;
- об'єм метантенків другого ступеня таким, що дорівнює 50% об'єму першого ступеня;
- подачу стічних вод і зворотного мулу: у перший ступінь – у верхню частину, у другий ступінь – у нижню частину;
- перемішування стічної води внаслідок рециркуляції газу, що утворюється, з інтенсивністю 6 м³/м² год.;
- аеротенки-змішувачі з регенераторами об'ємом, що дорівнює 30% від об'єму аеротенків;
- відстійники з тривалістю відстоювання 1,5 години.

Для другого ступеня очищення необхідно передбачати аеротенки-висноувачі, відстійники з тривалістю відстоювання 2 години.

Ефект очищення за анаеробного збродження приймається 90%; вихід газу – 0,5-0,6 м³ на 1 кг зниження БСК; склад: метану – 65-73%, вуглекислого газу – 20-23%. Ефект очищення при аеробному окисленні – 95-98%.

Метантенки. У результаті обробки промислових стічних вод утворюються осади – водні суспензії мінеральних або органічних речовин, що відрізняються за фізичними і хімічними якостями.

Сучасна техніка обробки осадів спрямована на доведення їх до стану, за якого виключається забруднення навколишнього середовища і можлива утилізація корисних компонентів, що в них є.

Надлишковий активний мул, частинки відмираючої біоплівки, а також деякі органічні осади погано віддають воду, мають неприємний запах, легко загнивають. Тому їх стабілізують, зброджуючи без доступу кисню анаеробними бактеріями в спеціальних апаратах – метантенках. Метантенки уявляють собою залізобетонні герметично закриті резервуари з конічним дном.

У процесі збродження утворюється суміш газів, яка складається з метану (до 65-70%) і двоокису вуглецю (до 30%). Газ подається в газгольдер, які є накопичувачами і регуляторами рівномірної подачі його на опалювання для отримання пари, що йде на нагрівання процесу бродиння.

Для бродиння осадів у метантенках приймають мезофільний (температура бродиння становить 33°C) і термофільний (температура бродиння 53°C) процеси.

На даний час здійснюється також очищення стічних вод в **окситенках** з використанням замість повітря чистого кисню.

Біологічні ставки – система земляних резервуарів глибиною 1,0–1,5 м, по яких протікає вода і відбувається її очищення від забруднень в умовах, близьких до самоочищення в природних водоймах.

Термічне очищення стічних вод

Термічне очищення полягає у повному окислюванні за високої температури (згоряння) забруднюючих речовин з одержанням нетоксичних продуктів згоряння і твердого залишку. Термічний метод економічно

недоцільний за великих об'ємів стічних вод і малих концентрацій забруднювачів, тому що вимагає великих витрат тепла. Проте, часто він незамінний, наприклад, за наявності високо мінералізованих вод і тих, що містять органічні токсичні речовини.

Можливі **два напрями в застосуванні методу термічного очищення** значно мінералізованих стічних вод:

1) істотне зменшення обсягу стоків випарюванням з доведенням домішок до гранично можливих концентрацій і збереження розчинів у природних і штучних відвалах.

Таке очищення можливе лише за невеликого обсягу стічних вод і його слід розглядати як тимчасове вирішення питання, поки не буде знайдений спосіб використання відходів;

2) виділення зі стоків солей та інших цінних речовин з наступним їх використанням.

Процес упарювання можна виконувати також в **апаратах із зануреними пальниками**, в яких стічні води нагріваються від безпосереднього контакту з димовими газами, що утворюються від спалювання газоподібного або рідкого палива в пальниках, занурених у воду.

Випарні апарати із зануреними пальниками використовуються для упарювання стічних вод у виробництвах синтетичних смол і лакофарбових матеріалів, хімічних реактивів, епоксидних смол і ін.

Результати їх експлуатації доводять, що може бути досягнутий тридцятикратний ступінь впарювання стоків, що відповідає вмісту сухої речовини 300-400 г/л.

Як уже зазначалося, впарена рідина зазвичай проходить другу стадію – стадію утворення твердого продукту, для чого використовують розпильні сушарки й апарати з киплячим шаром.

У **розпильних сушарках** впарена рідина (або стічні води високої мінералізації) надходить зверху сушильної камери через форсунку і зверху також паралельним потоком подають нагріте повітря або димові гази. Унаслідок тонкого розпилення води досягається інтенсивне її випаровування, дрібні (розміром у кілька мікрон) частинки поллютанта опускаються на дно камери і відводяться шнеком. Відпрацьований сушильний агент після очищення від пилу в циклонах викидається в атмосферу. Питома кількість

води, що випаровується у цих сушарках невелика – 10-14 кг/(м³год), тому розпилювальні сушарки громіздкі, що обмежує їх застосування.

Більш компактним є **апарат з киплячим (псевдозрідженим) шаром**, до складу якого входять піч та циклон для очищення димових газів від пилу. Вертикальний корпус печі, футерований вогнетривкою цеглою, має в нижній частині газорозподільну решітку, під яку подають псевдозріджувальний газ – гаряче повітря або димові гази. Він переводить у зважений стан суміш, яка подається зверху і складається з впареної рідини (або стічної води) і вже зневоднених частинок забрудника. Зважений шар складається з декількох фаз: у верхній фазі починається процес сушіння, у нижній – знаходиться відносно щільний шар сухих частинок, які видаляються із системи шнеком. Можна також виділити середню фазу, яка є перехідною. Псевдозріджувальний газ, пройшовши через зважений шар, потрапляє в циклон і у вигляді димових газів викидається в атмосферу.

Існують й інші конструкції апаратів для сушіння в киплячому шарі.

Метод термічного очищення стічних вод дедалі ширше застосовується для очищення значно мінералізованих стоків нафтопереробних заводів.

У проектуванні нових нафтопереробних заводів, які повинні працювати без скидання стічних вод у водойми, передбачають термічне очищення стоків, що спрямовується у так звану другу систему каналізації. У цю каналізацію скидають води від продування систем оборотного водопостачання, води, що виділяються із сирової нафти (із вмістом солей до 8500 мг/л), нейтралізовані сірчанолужні води, солевмісні води з ТЕЦ та інші стоки, очищення яких неможливе будь-яким іншим способом, крім термічного.

Очищення виконують на **установках термічного знешкодження і знесолення, які складаються з трьох відділень:**

- у першому здійснюється содово-вапняне зм'якшення стоків;
- у другому – розпарювання стічних вод у багатокорпусних випарних установках з десятикратним ступенем розпарювання (водний конденсат, який утворюється, повертається в оборотну систему водопостачання);
- у третьому – одержання твердого продукту – сухих солей.

Масштаби цих процесів: на заводі, що переробляє за рік 12 млн. тонн нафти, щодня на установках термічного знешкодження і знесолення отри-

мують понад 80 т сухих солей. Завдання полягає в тому, щоб зменшити вартість очищення, використовуючи вихідне тепло для інших процесів і знайшовши спосіб утилізації сухих солей, які утворюються в результаті.

Методи біохімічного та термічного очищення є ефективними і виступають невід'ємною складовою системи очищення стічних вод будь-якого підприємства.

Так, **технологічна схема комбінату безвідходного виробництва** може бути організована таким чином, що агресивні пилогазові, рідкі і тверді відходи промислових підприємств за допомогою спеціальних засобів їх вилучення, перемішування і переміщення нейтралізуються в підземному реакторі, суміщеному із системою промислової каналізації.

Пилогазові викиди подаються в реактор завдяки розрідженню, яке створюється потужною вентиляційною установкою. У скруберах і самому реакторі гарячі пилогазові викиди проходять через слаболужний оборотний розчин, який розбризкується за допомогою системи розпилення (зрошувачів) і розчиняє в собі хімічно активні газові компоненти, а також насичує гази водяною парою й осаджує пил. Багатокомпонентна газова суміш, яка формується у реакторі, містить меншу (у порівнянні з повітрям) кількість O_2 і підвищену CO_2 . Ця суміш охолоджується розчином і по плоскому наземному газоводу надходить на біологічне оброблення, попутно обігріваячи тепличне господарство.

Біологічне оброблення газів може бути поєднане з виробництвом біомас.

Агресивні промислові стоки надходять у реактор і змішуються зі стікаючим потоком оборотного розчину, компенсуючи його втрати внаслідок випаровування і втрати з осадом. Основна маса твердих відходів (шлаки) транспортуються до наземних пристроїв реактора – нейтралізатора, де лужні шлаки промиваються поданим наверх і освітленим у відстійнику оборотним розчином. Після промивання шлаків розчин відстоюється і знову подається на зрошення.

Певна частина твердих відходів (пил, шлам) подається на знешкодження в реактор, минаючи нейтралізатор.

Промислові стоки, забруднені нерозчинними речовинами, минаючи реактор, подаються в загальний відстійник, де звільняються від суспензій і заново спрямовуються в систему водообороту.

Горючі відходи подаються на спалювання в піч, недогарки – на комплексне перероблення твердих продуктів, газ – у реактор, тепло – утилізується.

Побутові стічні води зазнають попереднього знешкодження, а потім природного оброблення в ставках, де доводяться до стану, близького до природного. Вода використовується для технічного водопостачання і подається на зрошення.

У результаті всі промислові і побутові стічні води замикаються в загальній системі водокористування, їх скидання в природні водойми ліквідується.

Тверді речовини – осад з реактора, виробниче і побутове сміття, шлаки, недогарки, органічні залишки від біологічного очищення побутових і промислових стічних вод надходять у блок цехів для комплексного перероблення – у добриво, будматеріали і різні види сировини. Такий комбінат безвідходного виробництва певним чином моделює, стосовно використання природних ресурсів, біогеохімічні системи, які розвинулися на Землі.

Сучасний великий хімічний комбінат споживає до 1 млн. м³ води за добу. Тому виникла думка не скидати у водойми усю відпрацьовану воду, а частину її повертати у виробництво після деякого оброблення (очищення, охолодження, пом'якшення й ін.). Почалося це повернення води в оборот з умовно чистих вод, – тому що їх простіше довести до необхідного стану. Потім поступово стали братися і за інші більш забруднені води, що відходять, і нарешті було поставлене питання про повернення в цикл водопостачання усіх відпрацьованих вод підприємства, тобто створення цілком замкненого циклу водопостачання.

Нагріта оборотна вода, що циркулює по замкненій системі, після використання в технологічних процесах, охолодження устаткування, охолоджується в градирнях. Частина оборотної води із системи подається на очищення, причому більш «брудні» стоки проходять через станцію очищення (нейтралізації) і станцію біохімічного очищення, де вони очищаються разом з побутовими стоками, після чого потрапляють у басейн додаткового очищення загального стоку. Порівняно «чисті» стічні води відводяться із системи безпосередньо в басейн. Звідти очищена вода подається на повторне використання через фільтрувальну і насосну станції.

Неминучі втрати води внаслідок її випаровування компенсуються через водозабір. Надлишки води в системі (виникнення яких може бути спричинене, наприклад, залповими скиданнями окремих споживачів) з басейну скидаються у водойму. На перший погляд може видатись, що перехід до цілком замкнутого циклу водопостачання вимагає лише капітальних витрат на будівництво відповідних очисних споруд. Проте, на жаль, справа вирішується не так просто. Послідовність переходу від неповних оборотних систем до цілком замкненої оборотної системи водопостачання всього підприємства пояснюється рис. 20, на якому наведена принципова схема системи роздільної каналізації підприємства з використанням частини виробничих відпрацьованих вод для оборотного водопостачання.

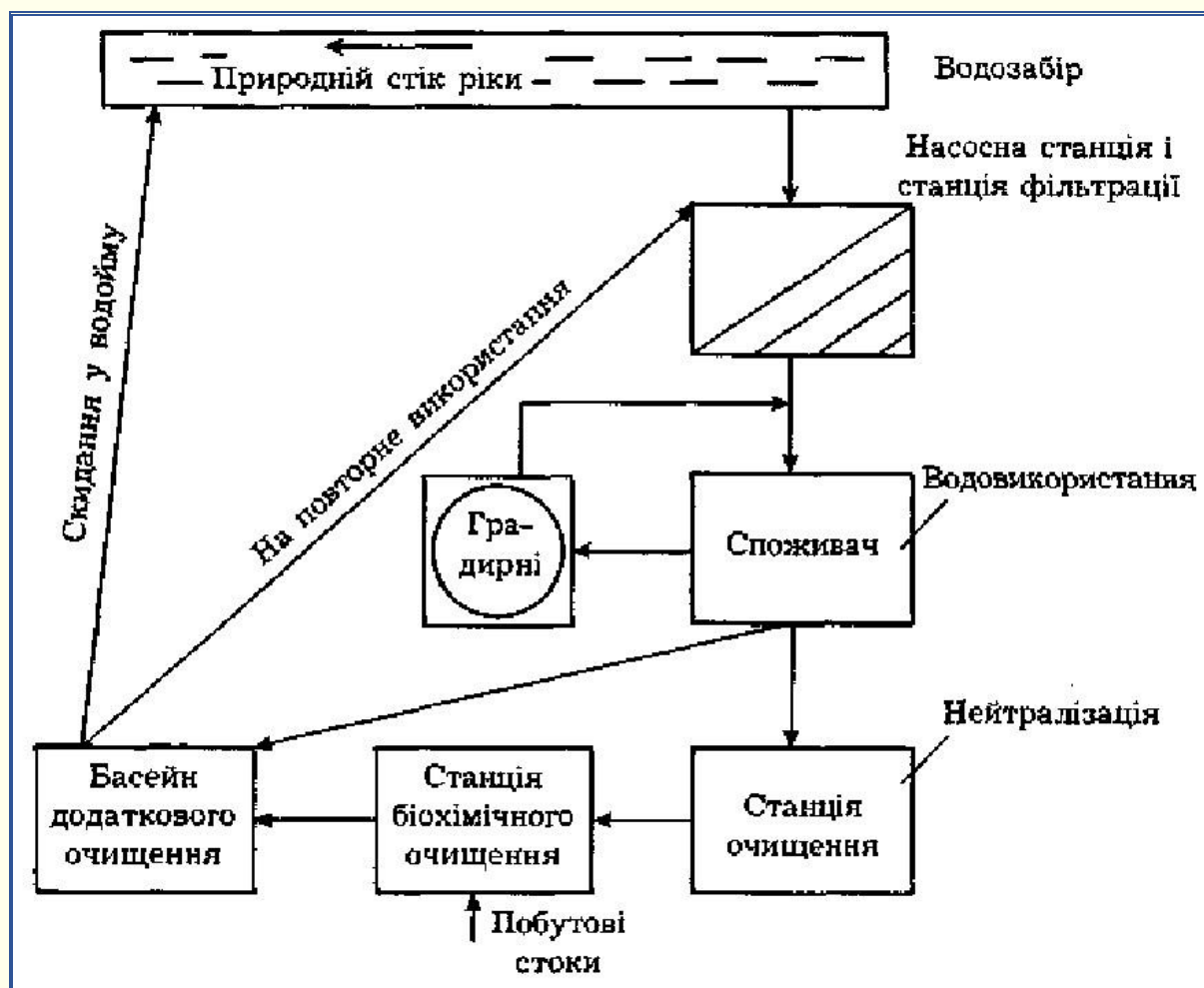


Рис. 10. Система оборотного водопостачання

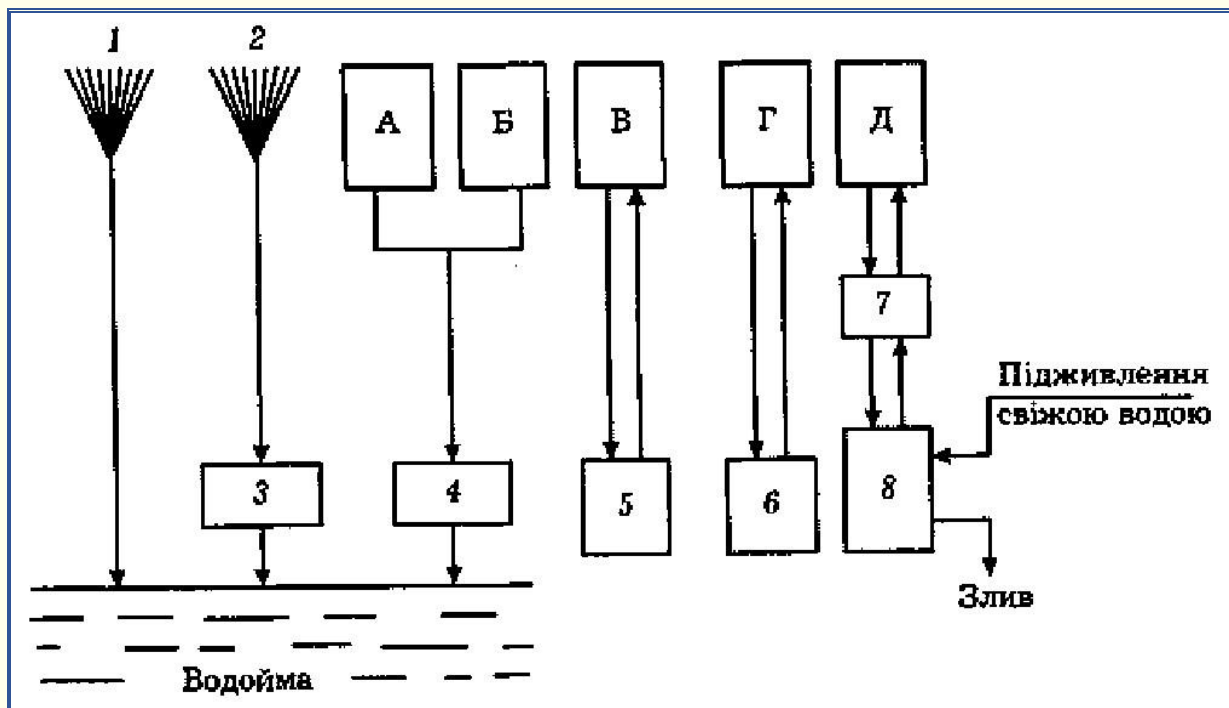


Рис. 11. Схема системи роздільної каналізації підприємства:

А, Б, В, Г, Д – цехи підприємства, які скидають стічні води; 1 – мережа дощової каналізації; 2 – мережа господарсько-побутової каналізації; 3, 4 – очисні пристрої; 5, 6 – локальні очисні пристрої; 7 – насосна станція; 8 – охолоджувальні пристрої

Атмосферні води по мережі зливової (дощової) каналізації 1 скидаються безпосередньо у водойму. Побутові води по мережі господарсько-побутової каналізації 2 спрямовуються на очисні пристрої 3, після чого на даному підприємстві надходять у водойму. З цехів А і Б (а можливо, і з інших цехів) стоки, які поки ще не можна включити в оборотну систему, після очисних пристроїв 4 скидаються у водойму. Цехи В і Г мають свої замкнені (локальні) оборотні системи: ці стоки очищаються відповідно у своїх очисних пристроях 5 і 6 (можливо, з утилізацією забруднюючих речовин) і у водойму не скидаються, а повертаються в систему до свого споживача.

У цеху Д, де використовувана вода лише нагрівається, але не забруднюється (умовно чиста вода), вона надходить через насосну 7 на охолоджувальні пристрої 8 (градирні, бризкові басейни тощо) і знову повертається у свій цех. Таким чином, обсяг оборотного водопостачання на даному підприємстві обмежується кількістю води, що обертається в цехах В, Г і

Д. Для повного замкненого обороту води на всьому підприємстві, очевидно, необхідно знайти прийнятний для включення в оборотну систему спосіб очищення стічних вод з цехів А і Б, можливість включення в оборот

побутових вод, а у випадку недостатньої кількості води у водоймах – способи використання дощових вод шляхом накопичення їх у штучних водоймах. За цими напрямками і здійснюється науково-практична робота в промисловості зі створення максимально замкнених оборотних систем.

Сутність замкненої оборотної системи полягає в об'єднанні водопроводу і каналізації й у виключенні зі схеми водойми. Один раз узята з водойми вода увесь час обертається в цій об'єднаній системі; забруднена в технологічних процесах – очищається, робиться придатною для обслуговування технологічних процесів, знову забруднюється, знову очищається і так продовжується безперервно. У цієї оборотної системи є певна схожість із системою кровообігу в людському організмі. Правда, ця людська «кругова система» не цілком замкнена: вона забирає з навколишньої атмосфери кисень для дихальних процесів і має «відходи», що потрапляють в атмосферу (двоокис вуглецю і пара води, які виділяються з подихом). Але й оборотна система водопостачання і каналізації в промисловості в сучасному її вигляді також не обмежується кількістю лише один раз узятої води в систему, їй доводиться покривати втрати води, яка обертається у виробництві, з водойми і скидати в неї деякі відходи.

Отже **для створення цілком замкненої оборотної системи необхідно вирішити два основні завдання: перше** – знайти спосіб усунення мінералізації оборотної води, що обертається в системі, без використання для її розведення води водойми і **друге** – знайти спосіб покривати втрати оборотної води знову таки без забору води з водойми. Власне кажучи, це навіть одне завдання – необхідно знайти джерело води, яке не залежить від водойми. Таких джерел два: це **побутові стічні води й атмосферні дощові води**.

Побутові міські стічні води скидаються після їх очищення у водойми і є величезним резервом води, яку можна використовувати і уже використовують для потреб промисловості. Певною мірою це теж завуальований забір води з водойми, тому що побутові стічні води були узяті з водойми і повертаються до неї назад. Проте слід врахувати, що задоволення потреби у воді для побутового споживання є неминучим, крім того, у ряді випадків комплексне очищення й оброблення побутових стічних вод і промислових стоків доцільне й економічне, тому що у цьому випадку можна об'єднати деякі каналізаційні системи й очисні споруди.

Побутові стічні води після біологічного очищення мають БСК, близько 15 мг O_2 /л і містять 15-25 мг/л завислих частинок, у тому числі рослинних і тваринних мікроорганізмів. Безпосереднє використання таких вод у системах оборотного водопостачання може призвести до інтенсивного розвитку біологічних обростань у водоймах і до посилення процесу мінералізації оборотної води. Тому побутові води, використовувані для заповнення втрат в оборотних системах, необхідно додатково очищати, щоб довести БСК₅ додаткової води до 5 мг O_2 /л, а концентрацію завислих частинок до 5-10 мг/л.

Атмосферні дощові води є нерегулярним джерелом водопостачання, тому що їх кількість залежить від кліматичних умов району. Але в умовах нашої країни (крім південних безводних районів) дощове та снігове водоживлення можуть дати значне поповнення водних ресурсів підприємства. Раніше часто у проектуванні каналізації передбачали відведення зливових вод із промислового майданчика в загальну систему каналізації. Це перевантажувало каналізаційну систему і погіршувало ступінь очищення стічних вод особливо під час сильних злив і в період сезонного танення снігів.

Таким чином, для створення цілком замкненої системи водопостачання необхідно:

- знайти способи підтримувати сталість води, яка обертається в системі, як за кількістю, так і за складом;
- здійснювати боротьбу із забрудненням системи як мінеральними, так і біологічними відкладеннями;
- забезпечити захист устаткування від корозії;
- організувати на всіх етапах, де відбувається забруднення води системи, її очищення до потрібного ступеня;
- не скидати у водойми те, що потрібно вилучати із системи, а ліквідувати іншими способами.

Щоб підтримати постійну кількість води в системі, необхідно покривати її витрати підживленням. Іноді це можна зробити, використовуючи побутові стічні або атмосферно-дощові води. Але, незалежно від цього, якщо взагалі зменшити кількість оборотної води у системі, то зменшить-

ся і потреба в підживленні і можна буде цю невелику кількість підживлення брати з водойми без повернення. Нові системи замкненого оборотного водопостачання так і проектують: із забором невеликої кількості води на підживлення з водойми, але без скидання в неї стічних вод. Значно мінералізовану воду, яку потрібно було б скинути із системи замість підживлювальної води, знищують відомими способами. Таким чином, і кількісний і якісний склад води, що обертається в системі, залишається постійним. На рисунку вище наведена модель безстічного оборотного водопостачання промислового підприємства (системи очищення стічних вод і підготовки їх до використання в оборотній системі водопостачання без якого-небудь скидання стічних вод у водойми). Частина стічних вод від технологічних установок підприємства надходить у системи локального очищення IV, інша частина – умовно чисті води – охолоджується і повертається у виробництво через вузол оборотного водопостачання I; інші стічні води (лінії 5) проходять очищення: механічне, фізико-хімічне або біохімічне і надходять очищеними (по лініях 6) у вузол додаткового (остаточного очищення) V і потім у вузол оборотного водопостачання I, звідки (по лінії 3) повертаються у виробництво, замикаючи таким чином цикл. Дуже зволожені відходи від очисних установок (по лініях 8), а також мінералізовані стоки, вилучені в процесі підживлення (на рисунку не вказані), надходять у вузол підготовки відходів VII. Тут від них відокремлюється вода, що повертається у виробництво (по лінії 7); тверді зневоднені відходи, якщо вони можуть бути використані у виробництві, повертаються туди (лінія 9) або потрапляють у відвали, але не скидаються у водойми. Воду для підживлення системи беруть з водойми (або інших джерел) по лінії 1.

ОСНОВНІ ВИДИ СТВОРЕННЯ ЗАМКНЕНИХ ЦИКЛІВ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Можна сформулювати *загальні принципи створення оборотних систем водопостачання підприємств*:

- для підвищення ефективності очищення від забруднень водооборотних систем вони повинні бути багатоконтурними: стічні води із забруднювальними речовинами, близькими за властивостями, повинні знаходитися в окремому замкненому контурі;
- локальні системи очищення в оборотних системах водопостачання повинні забезпечувати демінералізацію стічних вод, вивільнення від механічних домішок, відсутність біоабруднень;
- з метою боротьби з біообростанням у системах оборотного водопостачання і корозією устаткування, яке контактує з водою, у цих системах повинно бути передбачене введення у воду відповідних інгібіторів. Як приклад ефективною системи оборотного водопостачання хімічного підприємства може бути Первомайське виробниче об'єднання. Продукція комбінату хлор, каустична сода, пластмаси, засоби захисту рослин, миючі засоби й ін. На цьому комбінаті створена замкнена система водопостачання (рис.), за якої цілком виключається скидання стічних вод у поверхневі водойми, а споживання води з джерел водопостачання передбачається лише для заповнення безповоротних втрат.

У комплексній схемі стічні води технологічних процесів хімічного комбінату і ТЕЦ замкнені в локальних циклах водного господарства з очищенням виробничих стічних вод на певному ступені циклу. В окремі мережі каналізації випускаються лише потоки, очищення яких передбачене на загальнозаводських очисних спорудах. Для окремих потоків передбачені різні мережі каналізації: з вмістом органічних забруднень, мінеральних забруднень зі значною мінералізацією (більш 3 г/л), побутових, умовно чистих і дощових.

Для ілюстрації ефективності водооборотних систем у таблиці наведені порівняльні дані про водоспоживання і використання стічних вод до

і після впровадження комплексної схеми оборотного водопостачання й очищення стоків. З таблиці видно, що загальна витрата в промисловому регіоні свіжої води знизилася у 6 разів, а безпосередньо на хімічному комбінаті – більше ніж у 30 разів, скидання стічних вод у річку припинено, повернення стічних вод у виробництво становить 95,7%.



Рис. 12. Комплексна схема і баланс споживання води з використанням стічних вод хімічного комбінату, ТЕЦ, міста та підприємств промислового комплексу (цифри – витрата води в тис. м³/добу з вирахуванням безповоротних втрат)

Використання в комплексній схемі окремих потоків дозволяє застосовувати **локальне очищення стічних вод**. Локальне очищення стічних вод має велику перевагу в порівнянні із загальним, тому що очищенню підлягає стічна вода, яка містить одне забруднення або кілька близьких за хімічними властивостями. Технологія такого очищення простіша, більш економна і ефективніша, ніж технологія очищення стічних вод, що містять багато різних забруднень. Локальне очищення повинне виконуватися на виході технічних стічних вод з підприємства, з його окремих

цехів або з виробничих ліній. При цьому не допускається змішування стічних вод, що містять різnorідні забруднення.

Таблиця 6

Порівняльні дані про споживання води і використання стічних вод до та після встановлення комплексної схеми очищення стоків і оборотного водопостачання, тис м/добу

Показники	До встановлення	Після встановлення
Загальна витрата свіжої води	175,6	29,4
в тому числі хімічним комбінатом	150,7	4,5
Загальна кількість води в обороті	551,2	688,4
Загальна кількість стічних вод, які надходять на біологічне очищення	137,2	16,8
в тому числі хімічного комбінату	128,1	7,6
Скидання стічних вод в річку	137,2	–
Закачування стічних вод в підземні пласти	–	1.8
Повернення стічних вод у виробництво, %	–	95,7

Важливим принципом формування систем оборотного водопостачання є комбінування потреб низки підприємств і організацій (хімкомбінат, ТЕЦ, житловий масив і ін.) у воді й очисних спорудах в межах одного промислового регіону. Лише в цьому випадку можливе створення економічно ефективних схем водооборотних систем. Масштаб водокористування для сучасних систем і устаткування очисних споруд можна умовно оцінити, як економічний у споживанні води, аналогічному споживанню містом з населенням 1 млн. осіб. Природно, що за промислового споживання води (як чистої, так і оборотної) ці потреби включаються в загальну оцінку, і сама ця оцінка дуже приблизна. Проте вона дає наочне уявлення про обсяги водогосподарчого використання. Такий принцип масштабності часто застосовують у передпроектних роботах.

Замкнене оборотне водопостачання промислових підприємств набуває в нашій країні дедалі більшого застосування. Воно дає економічний ефект, але набагато більше значення має екологічний ефект – припинення забруднення річок, у які раніше скидалися не зовсім очищені стічні води.

Контрольні запитання

1. Які є види відпрацьованих стічних вод?
2. Які методи очищення стічних вод існують?
3. В чому полягає хімічний та фізико-хімічний спосіб очищення стічних вод?
4. Поясніть суть поняття флотація?
5. В чому полягає біологічне та термічне очищення стічних вод?
6. Яка різниця між аеробним та анаеробним методом очистки?
7. Для яких процесів використовують аеротенки та метантенки?
8. В чому суть замкненої оборотної системи водопостачання?

Лекція 6

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАПОБІГАННЯ УТВОРЕННЮ ТА НАКОПИЧЕННЮ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА

1. Способи подолання проблем з відходами.
2. Екологічні підходи.
3. Відходи як вторинні ресурси. Рециклінг – шлях поводження з твердими побутовими відходами.
4. Поводження з відходами в Україні.
5. Логістика утилізації відходів: польський досвід.
6. Технології вторинної переробки. Уживані технології. Види вторинної сировини.
7. Сучасні наукові розробки в області поводження з відходами. Обладнання та утилізація сміття.
8. Стале управління побутовими відходами.
9. Законодавчі акти України і Євросоюзу у сфері поводження з відходами.
10. Екологічна політика в напрямку утилізації побутових відходів.
11. Світлове забруднення Землі.

СПОСОБИ ПОДОЛАННЯ ПРОБЛЕМ З ВІДХОДАМИ

Деградація і розорення навколишнього середовища є в першу чергу індикатором низького рівня екологічної свідомості суспільства. Забруднення екології породжує новий ряд проблем: вимирання цілих видів флори і фауни; ракові пухлини; виникнення нових модифікацій захворювань, що передаються генетично; проблеми репродуктивної функції; зниження загального рівня імунітету і т. п.

Екологічна ситуація, яка залежить від вирішення проблеми з утилізації відходів в Україні досягла своєї критичної точки.

Поводження з відходами:

- *вилучення і зниження* – замінювання технології, замінювання продукту, замінювання процесу, замінювання сировини, послуги замість продуктів, краще домогосподарство;

- *рециркулювання* – у процесі, поза виробництвом та зовнішнє;
- *скидання* – енергетично, зменшення об'єму, детоксикування, стабілізування.

Сміттєспалювальні заводи:

- відокремлене збирання;
- організовані сміттєзвалища;
- компостування;
- підрозділи сортування і рециркулювання;
- термічне утилізування.

Попередження забруднень, запобігання забрудненню – стратегія керування навколишнім середовищем, що стосується різних середовищ і приділяє особливу увагу виключенню і/або зменшенню відходів у джерелі їх утворення.

Запобігання забрудненню – це використання процесів, досвіду, матеріалів або продукції, що не спричиняють забруднення або зменшують чи регулюють його.

Попередження забруднень:

- рециркулювання;
- замінювання матеріалів;
- ефективне використання ресурсів;
- перероблювання;
- змінювання технології та засоби і механізми контролювання й регулювання.

Мінімізування відходів – заходи або методи, що знижують кількість утворюваних відходів у промислових виробничих процесах.

Охоплює: зменшення джерел, рециркулювання, очищення в процесі виробництва, що бере на себе виробник і які приводить до:

- зниження загального обсягу відходів;
- і / або зниження токсичності відходів.

Зниження узгоджується з метою мінімізування теперішніх і зменшенням майбутніх загроз здоров'ю людини й навколишньому середовищу.

ЕКОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ

Контролювання забруднень або «Реагуй і Очищуй» – підхід, розроблений для зниження впливу забруднювальних речовин, перш ніж вони потраплять у довкілля.

Контролювання забруднень зосереджено на вловлюванні й очищенні забруднювальних речовин, а не на зниженні обсягів викидів і відходів.

Контролювання забруднень охоплює технології *«кінець труби»*, діяльність з *очищення* і моніторингу.

Оскільки контролювання забруднень не приводить до зменшення або виключення утворення забруднювальних речовин, то цей підхід не узгоджується з баченням сталого розвитку.

Стале керування відходами (Integrated Sustainable Waste Management (ISWM)).

Керівні принципи сталого поводження з відходами:

1. Профілактичні заходи зі зменшення кількості відходів та небезпек, спричинених ними.
2. Детоксикація природних циклів.
3. Використання ресурсу, який стає відходами якомога ефективніше.
4. Безпечне очищення.

ISWM допомагає зрозуміти *ХТО, ЯК і ЩО* у сфері поводження з відходами.

Модель визнає три важливі виміри: багато зацікавлених осіб працюють разом; створення стабільного сервісу та цінового ланцюга у сфері керування відходами; охоплення аспектів, що забезпечуватимуть досягнення сталості.

«Нульові відходи» – підхід, що припускає максимізування рециркулювання, зменшення відходів до нуля, зниження споживання.

Підхід припускає, що відходи – це *ресурс*, який може бути використано повторно й, таким чином, бере до уваги всі переваги потенціалу відходів.

Підхід Zero Waste: нульові скидання; нульові викиди; зведення відходів до 0.

Zero Waste ґрунтується на підході *«чистого виробництва»* – поетапного припинення виробництва та використання токсичних хімічних речовин і матеріалів за рахунок *«перепрофілювання»* продуктів і методів виробництва з виключенням використання токсичних речовин.

ВІДХОДИ ЯК ВТОРИННІ РЕСУРСИ. РЕЦИКЛІНГ – ШЛЯХ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

Останнім часом світове співтовариство стало приділяти все більшу увагу розв'язанню екологічних проблем, раціональному використанню природно-ресурсного потенціалу регіонів, розвитку рециклінгу.

Для нас проблема утилізації та вторинного використання відходів є надзвичайно актуальною, оскільки за кількістю відходів на душу населення наша країна є лідером у Європі. Дотепер розвинуті країни використовують від 50 до 70% відходів виробництва та споживання, плануючи в перспективі повністю відмовитися від полігонного поховання. У зарубіжній практиці в сучасних умовах рециклінгу піддається у Швейцарії – 23, в Японії – 20, у США (включаючи компостування) – 32,4% побутових відходів. У розвинених країнах широко використовується такий метод утилізації побутового сміття як спалювання.

Частка спалюваних побутових відходів у загальному їх обсязі коливається в широких межах: в Австрії, Італії, Франції, Німеччині – від 20 до 40, в Бельгії, Швеції – 48-50, в Японії – 70, у Данії, Швейцарії – 80, Англії і США – 14%. У порівнянні з цими країнами в Україні найнижчий рівень спалювання побутового сміття – приблизно 1-2%. Однак просте спалювання твердих побутових відходів (ТПВ) не можна розглядати як економічно та екологічно доцільну технологію, оскільки багато речовин, які можна було б використати, знищуються і при цьому на спалювання потрібні додаткові витрати енергії. Крім того, під час роботи існуючих сміттеспалювальних установок утворюються вторинні токсичні відходи, які шкодять здоров'ю людей. Аналіз економічних показників найбільш поширених у світі методів переробки відходів дозволяє стверджувати, що сміттеспалювання є найдорожчим способом. Особливу небезпеку являють собою сміттеспалювальні заводи для регіонів, де їх експлуатація може призвести до деградації особливо вразливих екосистем. Розвиток рециклінгу – більш екологічно безпечним способом поводження з ТПВ і, відповідно має стати першочерговим заходом у підвищенні еколого-економічного розвитку.

Необхідність розвитку рециклінгу зумовлена негативними наслідками, що виникають під впливом відходів виробництва та споживання на навколишнє природне середовище при низькому рівні їх переробки.

*Негативні наслідки низького рівня переробки відходів виробництва
і споживання (ВВС) на збалансованість розвитку регіонів*

Негативні наслідки низького рівня розвитку рециклінгу	
<i>Соціальні</i>	підвищення загрози здоров'ю населення
	збільшення плати за вивезення ТПВ
	ускладнення доступу до екологічно безпечних товарів і послуг
<i>Економічні</i>	підвищення потреби в первинних ресурсах
	виведення цінних земельних ділянок з господарського обороту для створення полігонів
	підвищення енерго- і ресурсоемності регіональної економіки
<i>Екологічні</i>	забруднення екосистем відходами виробництва і споживання, а також продуктами їх розпаду
	збільшення техногенного навантаження
	погіршення естетичного стану територій

Рециклінг можна визначити як систему організаційно-економічних і технологічних заходів з повернення ВВС у повторний господарський оборот.

Ураховуючи те, що за рішенням Єврокомісії країни Євросоюзу 2008 р. були зобов'язані довести рівень переробки побутових відходів для повторного використання з 25 до 55%, рівень переробки ТПВ є категорично неприйнятним. Оскільки вторинне ресурсовикористання слід розглядати як важливий елемент державної стратегії, то звідси і випливає актуальність дій із розробки та реалізації програми з ефективного залучення в господарський оборот вторинних ресурсів як джерел сировини техногенного походження.

Основним принципом «зеленої» економіки є: «економічно вигідно те, що екологічно безпечно». Для переходу до зеленої економіки світовій спільноті необхідно протягом 2015-2050 рр. інвестувати всього лише 2% світового ВВП у десять ключових секторів, серед яких важлива роль відводиться ЖКГ, у тому числі утилізації та переробці відходів.

Розвиток індустрії рециклінгу особливо вигідний і доцільний на сьогодні, у період відновлення української економіки після світової фінансово-економічної кризи. У цих умовах, коли виникла гостра необхідність економії всіх видів витрат, використання вторинних ресурсів забезпечує зниження витрат в процесі виробництва товарів, оскільки залучення в господарський оборот вторинних ресурсів обходиться, зазвичай, дешевше, ніж первинних ресурсів.

У Європі зараз почалася боротьба з сміттєспалювальні заводи в результаті великої екологічної навантаження. Водночас спостерігається тенденція динамічного розвитку рециклінгу відходів, основою якого є сортування та повторне використання матеріалів. Тобто сміття стає ресурсом, а логістика вторинного ресурсокористування – одним з найважливіших векторів побудови і розвитку «зеленої» економіки.

Як показали дослідження PE International (Великобританія), керівниками і топ-менеджерами компанії Aberdeen Group визначено істотні економічні переваги при впровадженні систем «зеленої» логістики (або екологічної логістики):

- скорочення обсягів відходів і поліпшення поводження з ними (43% респондентів);
- збільшення обсягів використання вторинної сировини (38%);
- зниження рівня викидів в атмосферу (33%);
- залучення нових клієнтів / розробка нових продуктів (26% респондентів).

Зарубіжний досвід «смайт» утилізації розвитку логістики рециклінгу в ряді країн світу.

Швеція – застосовує технологію «енергія-з-сміття» («waste-to-energy»). 99% сміття в країні використовується як паливо для електростанцій або сировини для виробництва. При цьому країна імпортує сміття з Норвегії, Великобританії, Німеччини, які доплачують їй за використання своїх відходів. В країні на відходах функціонує 30 електростанцій, що спалюють 5,5 млн т сміття в рік. Дим від сміттєспалювальних заводів складається з 99% нетоксичних двоокису вуглецю і води, але їх досі фільтрують через сухий фільтр і воду. Шлаки з фільтрів використовується для наповнення занедбаних шахт.

Австрія – сміттєспалювальний завод став теплоелектростанцією. На теплову енергію перетворюється 265 тис. т сміття в рік.

Бельгія – впровадження інновації Ecolizer, яка дозволяє оцінити виробничі або споживчі ідеї, тобто визначити, скільки відходів може спричинити продукція, чи буде вона забруднювати атмосферу і ґрунт, скільки ресурсів піде на транспортування, енергетичне забезпечення, утилізацію сміття.

Польща – побудовано більше 100 сміттєпереробних заводів. Зі сміття виробляють альтернативне паливо, теплотворна здатність якого можна порівняти з вугіллям, і вторинну сировину (пластик, метал, алюміній). На таких заводах не тільки сортують сміття, а й здійснюють його технологічну обробку, в результаті чого відходи стають безпечними для навколишнього середовища. За оцінками екологів, завдяки таким заводам відсоток поховання відходів в Польщі не перевищує 40% по країні.

США – створена рада з управління відходами, в фонд якого за рахунок оподаткування щорічно надходить близько 7 млн дол. США, які витрачаються на просування товарів вторинної переробки та фінансування сміттєпереробних компаній.

Сінгапур – будівництво енергоблоків на смітті. Спалюється більше 8 тис. т сміття в день, що дозволяє зменшити його обсяги на 90%. Завдяки «сміттєвій енергії» Сінгапур виробляє 2500 МВт годин електрики в день.

Південна Корея – у місті Сонгдо («сма́рт-місто») функціонує спеціальна пневматична каналізація, яка забирає сміття безпосередньо з квартир, транспортує через підземні труби до сортувальних механізмів. В майбутньому вона буде поставлятися на завод, де з цього сміття буде проводитися газ.

Японія – впроваджуються адміністративні, фінансові та законодавчі заходи щодо стимулювання виробників до використання вторинної сировини. Встановлено певні стандарти переробки промислових відходів. Основними напрямками рециклінгу в Японії є: утилізація відходів як сировини для виробництва продукції, використання відходів для отримання товарної продукції, застосування відходів для будівництва дамб, доріг, отримання добрив і біогазу.

Франція – завод Renault в місті Шуазі-ле-Руа. Керівництво заводу переосмислило концепцію свого виробництва для спрощення демонтажу і

переробки деталей з метою максимально можливого їх повторного використання. Така циркулярна модель дозволяє компанії економити до 80% енергії і води, а також близько 4000 тонн металу на рік.

Нідерланди – в країні концепт циркулярної економіки займає головне місце в досягненні сталого розвитку: щороку економиться близько 7 млрд євро і створюється близько 54 тисячі робочих місць. Амстердам став вітриною і прикладом для всієї країни. Будівництво в Амстердамі за проектом Парк-20/20 стане циркулярним, що дозволить генерувати 85 млн євро щороку і підвищити продуктивність на 3% до 2040 року. Відходи стали джерелом прибутку і енергії. Зараз близько 27% сміття направляється на переробні комплекси, в 2020 році планується переробляти вже 65% відходів.

Шотландія – соціальне підприємство Edinburgh Remakery вчить людей лагодити своїми руками вийшли з ладу речі, робити з відхідних матеріалів нові предмети побуту, а в бібліотеці інструментів (Tool Library) немає жодної книги, зате кожен відвідувач може знайти безліч різних інструментів: від викрутки до серйозного промислового верстата, який використовують меблеві фабрики

Як показує зарубіжний досвід, відходи в даний час перетворюються в ресурс. У багатьох країнах світу застосовується концепція циркулярної економіки, коли сміття стає сировиною для виробництва нової продукції.

ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

Побутові відходи – тип відходів, що створюються у житлово-комунальному господарстві (побуті). До них відносяться відходи, які утворюються в житлових і громадських будівлях, торгових, видовищних, спортивних та інших підприємствах (включаючи відходи від поточного ремонту квартир), відходи від опалювальних пристроїв місцевого опалення, кошторисів, опале листя, що збираються за дворових територій, і великогабаритні відходи.

Між існуванням відносно невеликої маси твердих побутових відходів (ТПВ) та величезною масою промислових відходів є прямий зв'язок. Адже промислові відходи утворюються на перших стадіях отримання си-

ровини, яка використовується на виробництво товарів. Виготовлені товари після нетривалого етапу користування ними стають відходами споживання. Крім того, на виробництво сировини для майбутніх споживчих товарів витрачається велика кількість енергії, а енергетика, в свою чергу, – один з головних продуцентів промислових відходів. Підраховано, що кожній тонні побутових відходів відповідають п'ять тонн промислових відходів на стадії виготовлення продукції і двадцять тонн – на стадії отримання первинних ресурсів з надр.

Побутові відходи є одним з найбільш вагомих факторів забруднення довкілля і негативного впливу фактично на всі його компоненти. Інфільтрація сховищ, горіння териконів, пилоутворення, інші фактори, що зумовлюють міграцію токсичних речовин, призводять до забруднення підземних та поверхневих вод, погіршення стану атмосферного повітря, земельних ресурсів тощо. Таким чином, збільшення побутових відходів є першопричиною накопичення промислових відходів.

Згідно з останніми даними екологів, Україна лідирує в Європі за кількістю відходів. Показники утворення й нагромадження відходів в Україні свідчать про загрозливу екологічну ситуацію в державі. За даними Міністерство екології та природних ресурсів України в нашій державі нагромаджено близько 35-36 млрд. тонн відходів, 7% території, а це більш як 50 тис. т/км² заваленні сміттям. З цих 35 млрд. тонн близько 2,6 млрд. тонн є високотоксичними відходами. Варто відзначити, що площа звалищ в нашій країні перевищує площу природних заповідників (7% проти 4,5%). Щороку в країні створюється 12 тисяч незаконних сміттєзвалищ, оскільки полігонів для сміття недостатньо. Більшість існуючих полігонів уже вичерпали свій ресурс, а сміттєві звалища стали фактором антропогенного навантаження на навколишнє середовище. На кожного Українця зараз приходить більше як 750 тонн відходів. Щорічно «ми утворюємо» від 670 до 770 млн. тонн, або 15-17 тонн відходів на душу населення.

За даними міністерства охорони навколишнього середовища, щорічно в Україні загальний обсяг побутових відходів збільшується на близько 50 млн.м³, а промислових – на 175 млн. м³. В Україні кількість побутових відходів не дуже відстає від середньоєвропейського і становить близько 38-40 млн. м² щорічно (або близько 10 млн. тонн). Загальна ж маса

твердих відходів у країні сягає 1 млрд. тонн щорічно. За своїм складом українські ТПВ відповідають категорії перехідних країн.

Фахівці розрізняють три категорії країн, враховуючи склад їх відходів (див. табл.).

Таблиця 8

Розподіл відходів по категоріям в різних країнах, %

Види відходів	Тип країни		
	розвинуті	перехідні	мало розвинуті
Папір	34	16	1,5
Органіка	26	45	64
Інше	12	9	22
Скло	11	1,5	4
Пластик	7	12	0,5
Метали	7	1,5	1
Текстиль, гума, шкіра	3	15	7

Питомі показники утворення побутових відходів в Україні в середньому складають 220-250 кг/рік на душу населення, а у великих містах досягають 330-380 кг/рік відповідно, причому ці обсяги зростають в останні роки на 20% в рік, тоді як середній європеець виробляє на рік близько 400 кг побутових відходів. Для порівняння: у Бельгії, Великобританії та Німеччині ця цифра сягає 340-380 кг/рік, в Австрії та Фінляндії – близько 600 кг, проте у цих країнах майже усі ТПВ переробляються.

Відходи видобувної промисловості (мінеральні) становлять в Україні домінуючу частину (83%) всіх відходів. Обсяг їх щорічного утворення перевищує 360 млн. тонн, що є найбільшим серед європейських країн.

В Україні за 2012 рік утворилось близько 59 млн. м³ побутових відходів, що дорівнює близько 13 млн. тонн, які захоронюються на 6,7 тис. сміт-тезвалищах і полігонах, загальною площею понад 10 тис. га. Українські домогосподарства у 2012 збільшили кількість відходів на 53,9% – до 8 млн. тонн, а підприємства та організації, що отримали дозволи на створення ві-

дходів, – на 0,1%, до 442, 7 млн. тонн. Утворення відходів в цілому збільшилося незначно – лише на 0,7% до 450,7 млн. тонн. Кількість шкідливих відходів I-III класів небезпеки знизилася на 4,6% – до 1,37 млн. тонн. Частка відходів, видалених у спеціально відведені місця чи спалених без отримання енергії зросла на 2,3% – до 64,3%. Всього у 2012 було утилізовано 143,45 млн. тонн відходів, або 6,7%. Обсяг спалювання відходів з метою отримання енергії збільшився на 35,3% – до 1,08 млн. тонн.

Тверді побутові (муніципальні) відходи, на відміну від промислових, характеризуються виключно розосередженістю, і наразі саме вони найбільше і перебувають у центрі уваги. Інфраструктура поводження з ними в нас, на відміну від ЄС, перебуває в зародковому стані.

Найбільша кількість полігонів, які потребують паспортизації, у Запорізькій області – 84 % від загальної кількості полігонів в області. З 750 сміттезвалищ, які потребують рекультивації, фактично рекультивовано 182 од. (8% потребує рекультивації). З 455 сміттезвалищ, які потребують санації, фактично сановано 63 од. (6% потребує санації). Найбільша кількість полігонів, які потребують рекультивації, у Запорізької області – 84% від загальної кількості полігонів в області та Івано-Франківській області – 30%.

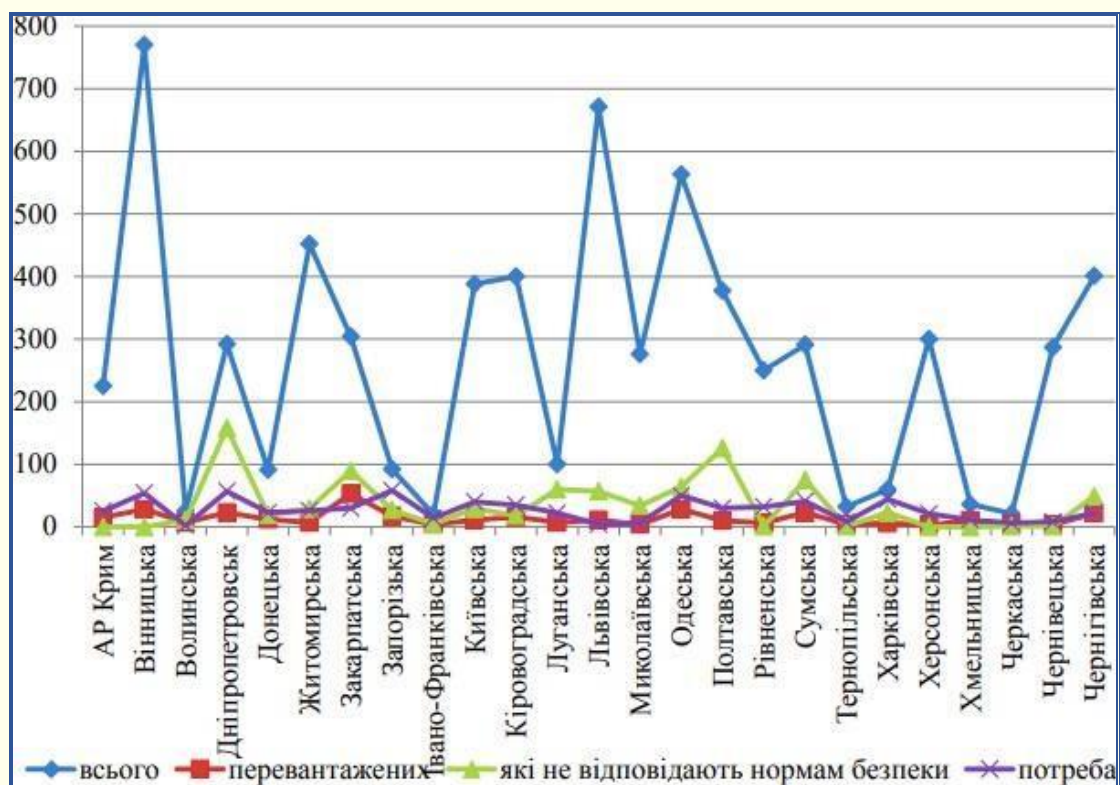


Рис. 13. Кількість наявних полігонів та звалищ та потреба в нових в Україні станом 2012 р.

Потреба у будівництві нових полігонів складає понад 671 одиниць. Найбільша потреба у будівництві нових полігонів у Запорізькій області – 58 одиниць та у Дніпропетровській області – 57 одиниць.

Завдяки впровадженню в 185 населених пунктах роздільного збирання побутових відходів, роботі 12 сміттесортувальних ліній, 2 сміттєспалювальних заводів і 3 сміттєспалювальних установок у 2012 році перероблено та утилізовано близько 6,2% ТПВ, з них: 2,3% спалено, а 3,9% ТПВ потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні заводи.

Через неналежну системи поводження з твердими побутовими відходами в населених пунктах, як правило у приватному секторі, щорічно виявляється близько 32 тис. несанкціонованих звалищ, що займають площу понад 1 тис. га.

Практично всі виявлені у 2012 році несанкціоновані звалища були ліквідовані.

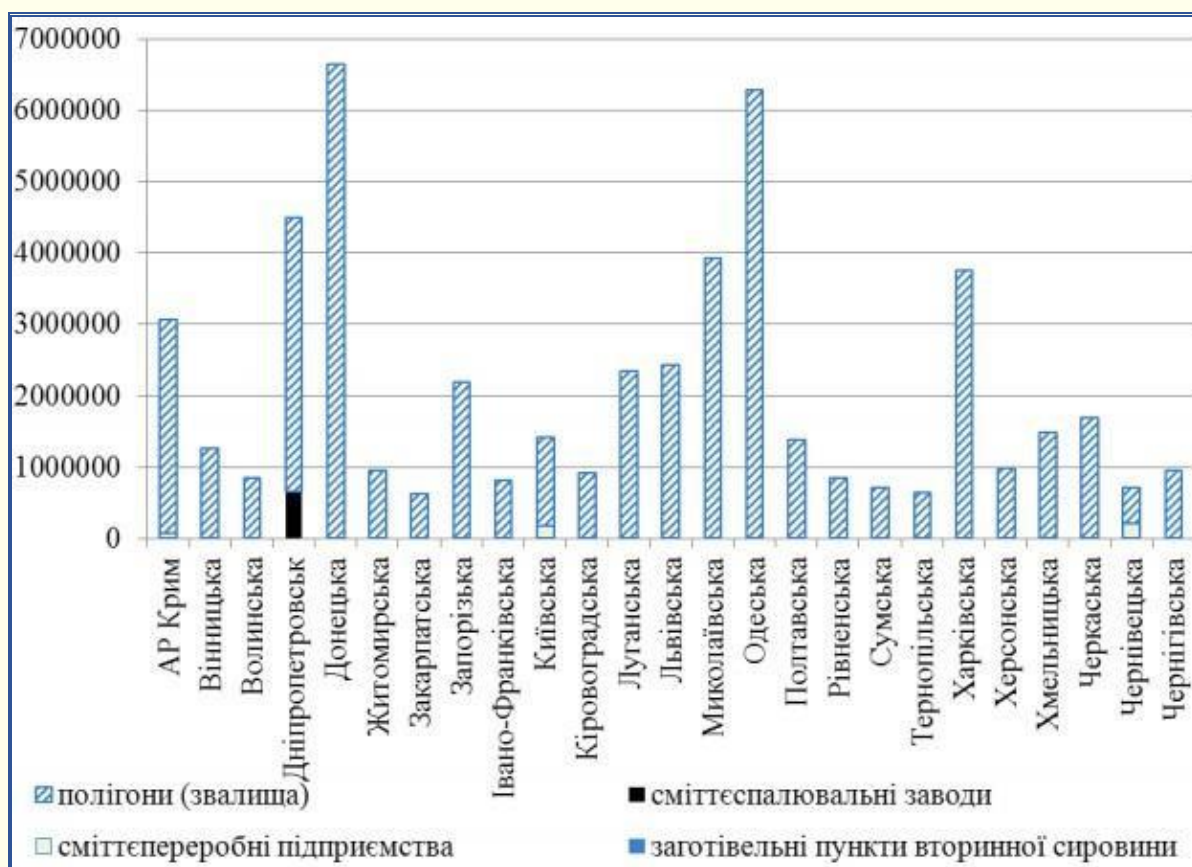


Рис. 14. Поводження з ТПВ в Україні в 2012 р., м³

Збирання побутових відходів в нашій державі є основним завданням санітарного очищення населених пунктів і здійснюється більше ніж 7,5 тис.

спеціальними автомобілями 56 спеціалізованих автопідприємств та 650 цехами. Проте рухомий склад спеціалізованих автопідприємств застарілий, майже 75% автомобілів відпрацювали свій ресурс і підлягають списанню. При нормативі 12% відновлюється лише 1% парку. Високий рівень тарифів з надання послуг у сфері поводження з побутовими відходами призвів до зменшення кількості укладених договорів на ці послуги.

На сьогоднішній день в Україні є тільки 4 сміттєспалювальних заводи – у Києві, Дніпропетровську, Харкові, Севастополі. Працює тільки київський, тобто за фактом у нас не існує галузі з переробки та утилізації відходів.

Крім спалювання та захоронення мізерна частка ТПВ та відходів 1-3 класу небезпеки в Україні потрапляє на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні підприємства (див. рис.). За цими даними можна зробити висновок, що невідповідність між прогресуючим накопиченням відходів і методами, спрямованими на запобігання їх створення, утилізацію, знешкодження та видалення, загрожує не тільки поглибленням екологічної кризи, але і загостренню соціально-економічної ситуації в цілому.

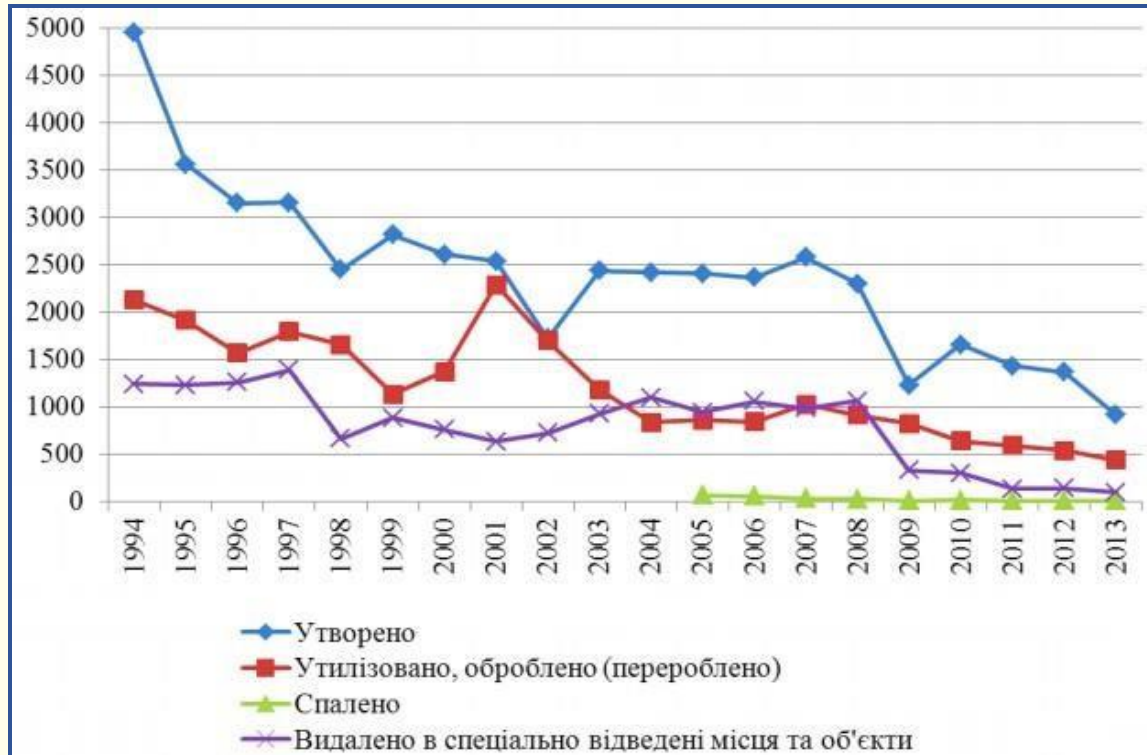


Рис. 15. Основні показники поводження з відходами 1-3 класу небезпеки, тис. тонн

Відмінність України від Європи знов-таки стосується не кількості побутових відходів, а відсутності належних засобів поводження з ними, зокрема

роздільного збору й рециклінгу. Варто відмітити, що в країнах ЄС поводження з цими відходами еволюціонує в останнє десятиліття в напрямі поступального зниження частки спалювання й поховання на полігонах, хоча в абсолютному вираженні зазначена частка залишається ще досить великою.

Нижче наведена схема – пріоритети поводження з відходами в Європейському союзі. До цього і ми повинні прагнути. В Україні, на жаль, ми поки перебуваємо на самій нижній сходинці «сміттьєвого» розвитку.



Рис. 16. Пріоритети поводження з відходами в ЄС

ЛОГІСТИКА УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ: ПОЛЬСЬКИЙ ДОСВІД

Найважливішим рішенням у сфері логістики утилізації є вибір шляхів використання відходів, оскільки обраний метод тягне за собою вибір відповідної системи повторного використання та забезпечення необхідним технічним устаткуванням. Напрямок дій щодо повторного використання відходів визначається, головним чином, їхніми властивостями, зокрема: хімічним складом, вогнезаймистістю та енергетичною вартістю, ступенем псування, забрудненням, речовинним складом, габаритами, запахом, можливістю біологічного розкладання. Обираючи метод використання відходів, належить також брати до уваги економічні (рентабельність процесу) та екологічні (наприклад, заборону дезактивації деяких відходів, що не підлягають переробці) чинники. Оптимальне рішення щодо усунування відходів полягає в їхній утилізації (переробці), а коли останнє неможливе – в

нейтральній ліквідації (знищенні) відходів, яка не несе шкоди для навколишнього середовища. Різні види дій, пов'язані з утилізацією та знищенням відходів показані на рисунку нижче. Утилізація (від лат. Utilitas – корисність, вигідність) означає повторне використання речей та упакування або їх вторинну переробку (рециклювання) з метою використання матеріалу, акумульованої енергії або певних складників, що містяться в матеріалі. Методи рециклювання (переробки з метою повернення використаних товарів та матеріалів до вжитку) поділяються на: рециклювання матеріалів (відновлення матеріалів), хімічне рециклювання (відновлення первинної субстанції) та термічне рециклювання (відновлення енергії). Всі побічні продукти, що виникли в результаті утилізації (наприклад, попіл та металічні окатиші після термічного рециклювання) та відходи, які за своїми характеристиками не підлягають утилізації або переробка яких була б надто кошовною (наприклад, через сильне забруднення, зношеність чи інші негативні риси) підлягають ліквідації (знищенню).



Рис. 17. Поділ дій щодо утилізації та знищення відходів

Знищення відходів здійснюється шляхом їх дезактивізації (це така обробка відходів, після якої з них ніщо не може бути вимите, вилуговане), спалювання або вивезення на смітєзвалища. Хоча поміщення та тримання відходів на смітниках повинно бути останньою ланкою в логістичному ланцюжку утилізації та ліквідації, на практиці однак в Польщі, як і в Україні, це поки що залишається найрозповсюдженішим способом позбування відходів. Пропозиція польських вчених щодо обмеження шкідливого впливу смітників на природне середовище полягає в т. зв.

«стратегії реактора». Підставою цього методу є твердження, що за належної організації, експлуатації та контролю сміттєзвалища можна перетворити на біореактор, в якому відбуваються передовсім процеси біологічні, а також хімічні та фізичні. Раціоналізувати процеси переробки та використання відходів можливо не тільки діями «ex post». З цією метою слід використовувати також профілактичні заходи.

Їхньою суттю є запобігання виникненню відходів чи принаймні зменшення їх обсягу та шкідливої дії. Заходи попереджувального характеру також дозволяють усунути або значно зменшити кошти, з якими пов'язані деякі методи утилізації чи знищення відходів. Згідно засади раціонального використання відходів профілактичні дії повинні передувати операціям утилізації та ліквідації (рис. нижче).

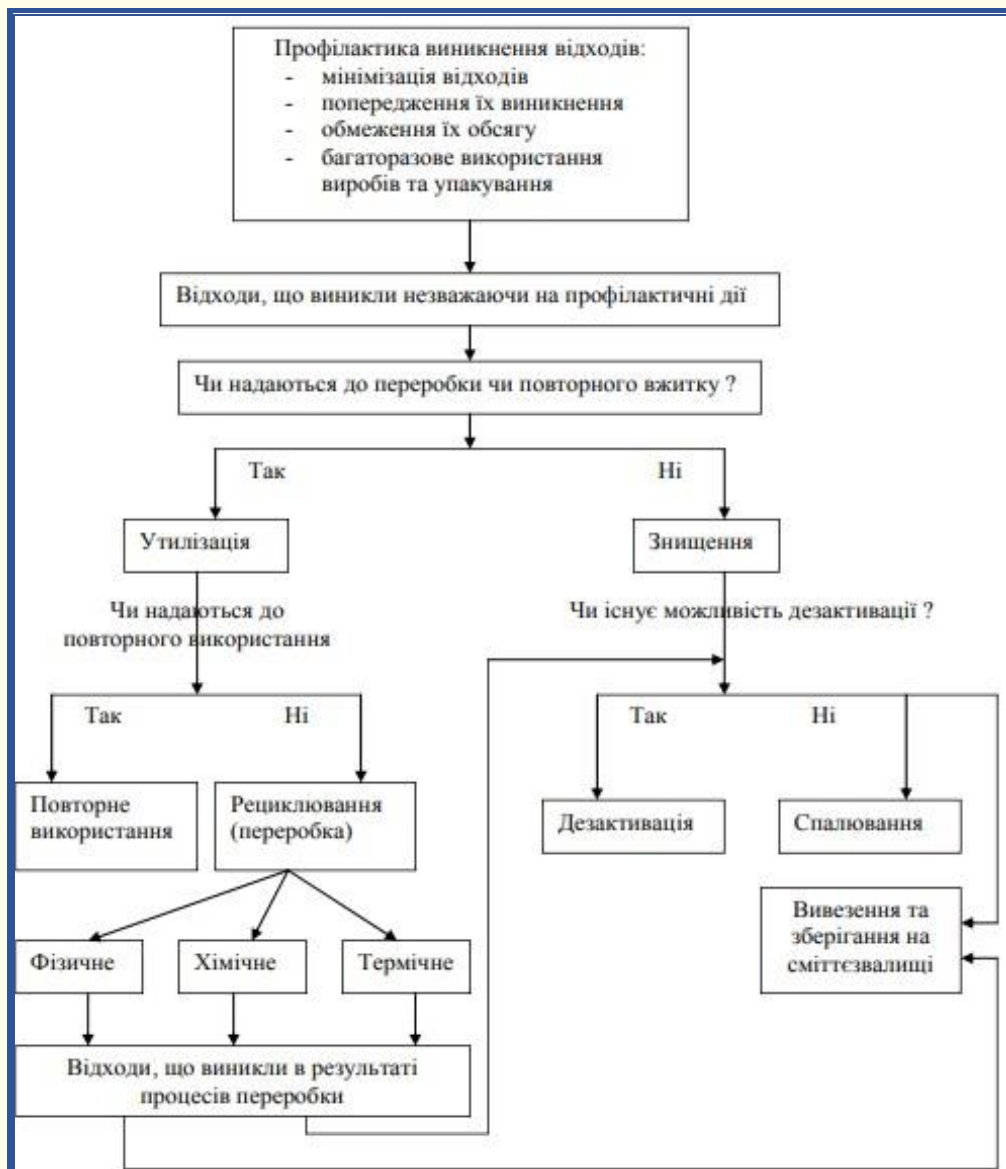


Рис. 18. Принципова схема раціонального використання відходів

Як показову ілюстрацію застосування засади раціонального використання відходів в господарській практиці, можна навести приклад на польському металургійному підприємстві. Сталеплавильний комбінат «Z» є промисловим закладом з дуже складною структурою. Виробництво сталі вимагає великих обсягів основної та додаткової сировини, а також енергії. Одночасно цьому виробництву притаманні й значні обсяги відходів, які, як правило, мають певну споживчу цінність, тому повинні бути утилізовані. Під час всього технологічного циклу металургійного виробництва виникає понад 110 різновидів відходів, причому майже всі вони є небезпечними для навколишнього середовища. За останні роки на комбінаті «Z» досягнуто досить високий рівень утилізації цих відходів, що перевищує 89% їх обсягу.

Польські юридичні норми, що регулюють використання відходів, передбачають досить поважні організаційні та фінансові зобов'язання. Це зокрема стосується дуже високої плати за нагромадження та складування відходів. Отже, металургійний заклад «Z» зацікавлений у пошуці та розробці нових методів господарського використання відходів. Особливим вимогам підлягає також організація інформаційних потоків про відходи. Згідно приписів обов'язкового виконання заклад «Z» впроваджує нову систему інформації про відходи. Схему руху інформації про виникаючі відходи на заводі «Z» подано на рис. нижче. Раціоналізація використання відходів на вказаному комбінаті зводиться до обмеження шкідливого впливу відходів на природне середовище шляхом:

- 1) мінімізації обсягу відходів;
- 2) утилізації відходів за участю спеціалізованих фірм;
- 3) повторного використання відходів (повернення їх частини безпосередньо на виробничий процес сталеплавлення).

До пріоритетних завдань, що мають метою запобігання поставанню відходів або мінімізацію їх обсягу, належать:

- 1) використання залізовмісного шламу, який раніше складавався в осадових ставках, як повноцінної сировини для отримання металу на комбінаті;
- 2) впровадження нових технологій очищення коксівного газу;

- 3) розробка проекту використання вмісту терикону, де складувалися тверді відходи з акцентом на технологічні рішення, що забезпечують ефективне повторне використання цих відходів;
- 4) використання в якості будівельних матеріалів елементів нечинних виробничих споруд шляхом їхнього розбирання.

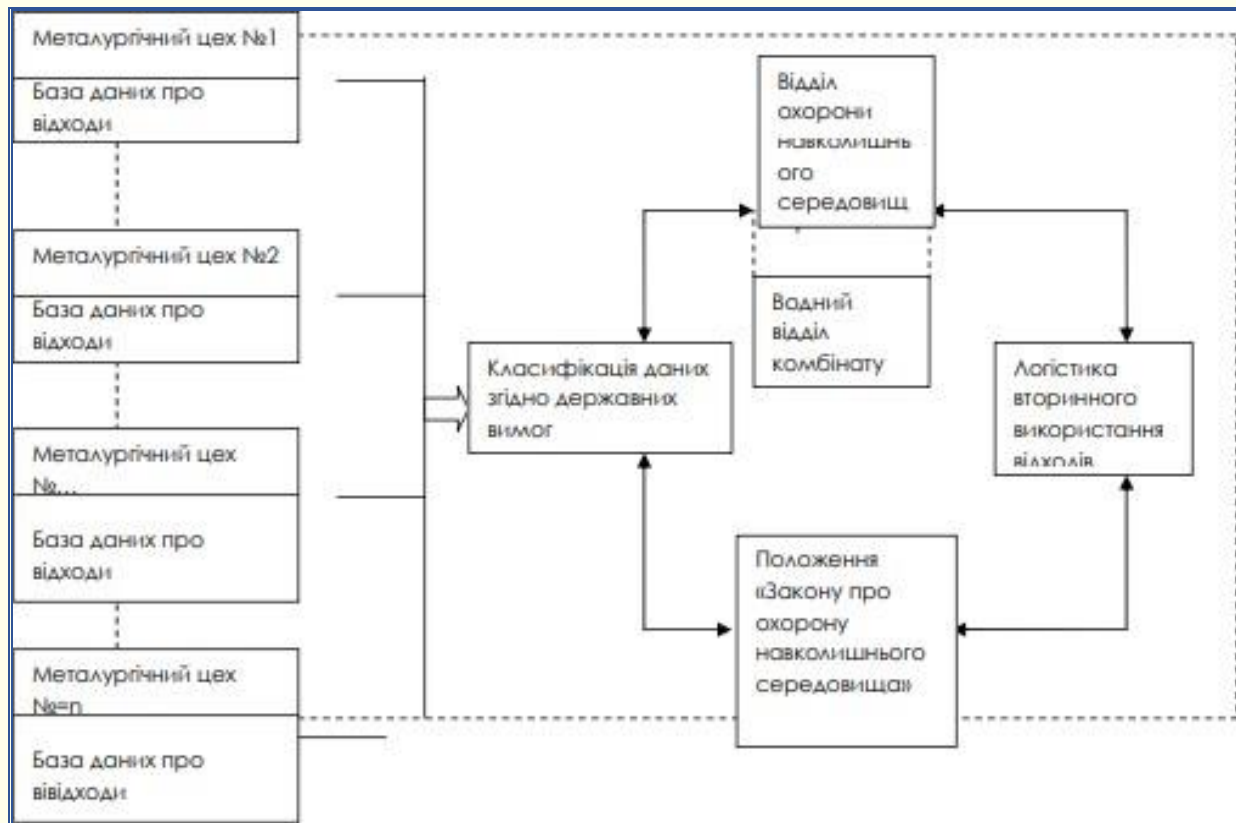


Рис. 19. Схема руху інформації про виникаючі відходи на металургійному комбінаті «Z»

Крім вищевикладених завдань з метою справного функціонування системи використання відходів у всіх ланках «товарно-виробничого ланцюга» фахівці-логісти металургійного комбінату «Z» систематично співпрацюють з зазначених питань з отримувачами продукції закладу та з фірмами, що займаються збиранням та переробкою відходів. Це дозволяє комбінату «Z» поширити програму раціонального господарювання відходами за межі свого закладу та координувати екологічні заходи на всіх ділянках дистрибуції кінцевої продукції.

ТЕХНОЛОГІЇ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ. УЖИВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ. ВИДИ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Вторинна переробка, або рециклінг – це раціональні методи утилізації промислових і побутових відходів, повторне використання і повернення в оборот корисних компонентів сміття. У світі актуальним стає впровадження багаторазових циклів переробки відходів і це пов'язано з рядом факторів:

Багато природні ресурси на планеті обмежені в кількості, або поновлюються тривалий період часу.

Промисловий і побутове сміття стають головними руйнівниками екологічного балансу цілих регіонів.

Цінні компоненти відходів є більш дешевими джерелами сировини і матеріалів, ніж природні.

Крім того, переробка і утилізація – ефективний інструмент економіки, адже багатим стає той господар, який береже і розумно використовує дані йому ресурси. У розвинених країнах давно застосовуються технології використання відходів у вторинному виробництві. Для того щоб воно отримало динамічний розвиток необхідні:

Впровадження ліній із сортування відходів промисловості та побутового сміття.

Економічні умови, щоб зацікавити підприємства і громадян в сортуванні відходів.

Державна політика в сфері поводження з відходами – створення правових та економічних механізмів для розвитку вторинної переробки.

До відходів, переробка яких дає непоганий дохід відносяться: Папір і картон. Метали. Скло. Нафтопродукти. Електроніка. Деревина. Органічні відходи. Будівельне сміття.

Це цінні види вторинної сировини, переробка яких дозволяє виготовляти безліч видів продукції.

Вторинна переробка паперу і картону

Сучасні технології вторинної переробки паперу і картону практично не завдають шкоди навколишньому простору. Під час циклів відновлю-

ється до 80% целюлозних волокон, що більш ніж достатньо для випуску нових партій паперу і картону.

Повторне використання відходів паперу і картону дозволяє врятувати від вирубки дерева і оздоровити стан природного середовища – целюлозно-паперові комбінати забруднюють природне середовище викидами в повітря і водойми.

З вторинної сировини виробляються:

- Туалетний папір.
- Картонні упаковки.
- Будівельні матеріали.

Економічна доцільність рециклінгу паперових відходів очевидна. Перший верстат для переробки паперового сировини з відходів з'явився ще в кінці 18 століття. Основою технології стало замочування і розчинення макулатури в великому обсязі води, після чого рідку масу висушують і формують з неї нові продукти.

Повторне використання відходів паперу і картону включає ряд послідовних операцій:

1. *Сортування.* На виробничих лініях відходи поділяються на 12 марок, залежно від якості вихідної сировини, кольору, наявності добавок і часу розчинення у воді. Перші 7 марок об'єднують картонну продукцію, вони йдуть у виробництво тари, гофрокартону, лотків для яєць, термоізолятора для будівельної галузі. Решта марки придатні для випуску паперової продукції, їх використовують у виробництві туалетного паперу, газетного паперу, паперових мішків та іншого. До сих пір на лініях сортування застосовується ручна праця, по іншому розділити паперові відходи на фракції поки не вдається.
2. *Розпуск і очищення від домішок.* Відходи однієї марки надходять в гідророзбавлювач, де їх заливають водою. Після розчинення відходи розпускаються на волокна, для цього їх продавлюють через сито. Під час операції з водою йде частина домішок. Доочищення сировини проходить на циклонних очисниках, в грязеприйомниках яких осідають важкі частинки домішок. В результаті виходить суспензія з окремими включеннями паперових залишків, які не розпустились.

3. *Тонке очищення.* Що залишилися в масі не розпустилися шматочки макулатури пропускаються через апарати, де їх перетирають на окремі волокна. Сировина надходить на відцентрові відсіювачі, де проводиться їх остаточна тонке очищення. Якщо макулатура забруднена клейовими складами, бітумами, воском або парафіном, то будуть потрібні додаткові методи очищення.

Паперові відходи отримують нове життя у вигляді затребуваних товарів господарського призначення.

Вторинна переробка металів

Найпоширенішим видом відходів для вторинної переробки є лом чорних металів, конкретно, чавун. Для переплавлення приймається промисловий і побутовий брухт чавуну. Більшу частину брухту чавуну постачають промислові підприємства, це:

- Піддони, форми для відливання.
- Станини верстатів.
- Негабаритні шматки, що залишилися після відливання.
- Стружка і залишки виробів, отримані при обробці.
- Старе демонтоване устаткування.

Побутові споживачі часто здають на брухт готові вироби, що вийшли з ужитку:

- Ванни, радіатори, каналізаційні труби.
- Садові меблі.
- Побутові прилади та начиння – старовинні праски, мангали і барбекюшниці, сковороди, рогаці.

У зв'язку з кризою в металургійній галузі вторинна переробка чавуну стає актуальною і отримує швидкий розвиток. Чавунний лом визнається цінним стратегічним сировиною, а багаторазові цикли переплавки металу сприяють збереженню екології. Металургійні ливарні комбінації – головні забруднювачі природного середовища.

Вдруге перероблений чавун застосовується у виробництві машин, у виробництві сантехнічних приладів, будівельних матеріалів, в декоративному лиття.

При переробці чавун проходить ряд стадій:

1. *Сортування.* На першому етапі лом чавуну сортується на відходи ливарного виробництва, брухт з високою часткою вмісту фосфору і інших добавок.
2. *Переплавлення і лиття.* Однорідні види чавунного брухту надходять на переплавку і лінії відпливу готових виробів.

Ще більш гостро перед світом стоїть проблема вторинного використання кольорових металів. У промисловому виробництві використовується понад 70 видів металів, чиї ресурси в надрах обмежені. Для вторинної переплавки кольорового брухту застосовуються електричні індукційні печі, які роблять процес економічно прибутковим – збагачення руд кольорових металів обходиться значно дорожче. Крім цього при первинному лиття навколишній простір заражається сірчаними газами, солями свинцю і важких металів.

На пунктах прийому металів приймають брухт чорних і кольорових металів, за винятком:

- Виробів, забруднених лаками, маслами, нафтопродуктами, будівельними сумішами, клеєм.
- Лома, сильно ураженої корозією.
- Виробів, що знаходяться під тиском – балонів, капсул.

За оцінками фахівців вторинна переробка металів – перспективний напрямок для розвитку приватного бізнесу.

Вторинна переробка скла

Скло – матеріал, який може піддаватися нескінченним циклам рециклінгу без втрати якості. Утилізація скляної тари і бою має ряд переваг:

- Економічну доцільність.
- Менші енерговитрати на випуск одиниці продукції.
- Переважно з точки зору шкоди для навколишнього середовища.
- Переробка тонни скла дозволяє заощадити більше 600 кг піску, 200 кг вапняку і майже 200 кг соди.

У нашій країні абсолютна більшість скляних відходів складають порожні банки і пляшки. Бій скла, як і раніше, змішується з твердими побутовими відходами та вивозиться на полігони для захоронення.

Останнім часом почали з'являтися підприємства із замкнутим циклом переробки скляних відходів. Цикл включає кілька етапів переробки:

1. Сортивання, що надходять пляшок і бою за кольором та складом.
2. Подрібнення сировини в крихту.
3. Очищення від бруду і сторонніх предметів. Для видалення металевих кришок використовують магніт.
4. Тонка сортування. Якщо на першому етапі скло сортують вручну, то тут в роботу включаються апарати, які оптично визначають колір скла і здувають їх на відповідний конвеєр. Ось чому найціннішим сировиною визнається чисте і прозоре скло, яке не потребує сортування.
5. Плавка. Скляний бій надходить в печі на переплавку. Для цього потрібна більш низька температура, ніж при первинному виробництві, тому економиться енергія.
6. Формування виробів. Отримана розплавлена маса надходить на формувальні лінії, де з неї створюються нові вироби.
7. Термічна обробка. Готові вироби проходять обпалювання в печах для зняття внутрішніх напружень в склі.
8. Технічний контроль виробів.

При внесенні в бій скла різних добавок, виходять вироби, що володіють певними властивостями:

- Добавка бору в силікатне скло надає міцність, таку сировину використовується для виробництва термостійкого посуду і заварювальних чайників.
- Добавка свинцю обов'язкове при виробництві декоративного посуду.
- Добавка скловолокна необхідна при випуску оптоволоконних кабелів.

Вторинна переробка гуми

Велика проблема людства – утилізація використаних автомобільних покришок. У нас їх часто можна бачити уздовж доріг, під мостами, в узбіччях. У природних умовах багатокomпонентні покришки розкладаються не одну сотню років, забруднюючи ґрунт, воду і повітря токсичними продуктами розпаду. Ситуація настільки загострилася, що скоро на утилізацію зношених виробів потрібно буде витратити більше коштів, ніж на первинне виробництво.

У світі проблема утилізація гуми вирішується в 2 напрямках:

1. Спалювання або піроліз покришок з метою отримання енергії тепла або електричного струму.
2. Подрібнення гуми і добавка її в бітум, в складі мастик і пластики.

Піроліз покришок не отримав поки великого розмаху через те, що розробки вчених у цій сфері визнані неспроможними. А ось процес вторинного використання гуми йде повним ходом. У США понад 60% покришок направляються у вторинне виробництво.

Вторинна переробка полімерів

Вироби з полімерів стали невід'ємною рисою технічного прогресу. Завдяки своїм унікальним властивостям ці вироби широко застосовуються в промисловому виробництві і побуті. Щорічно зростає кількість відходів полімерів, які в природних умовах практично не розкладаються. Світ рухається шляхом багаторазового використання полімерів з промислового та побутового сміття.

Вторинній переробці піддаються такі види пластика, як:

- Поліетилен.
- Поліпропілен. Полістирол.
- Полівінілхлорид.
- Полікарбонат.
- Полімерні суміші.

Вторинна переробка полімерів може стати прибутковим бізнесом, адже з сировини виходить багато корисних і затребуваних товарів.

Найбільша проблема вторинної переробки полімерних матеріалів – сортування. Найлегше їй піддаються відходи полімерного виробництва – обрізу, напливи. Вони чисті і мають однакову структуру. Лінії з подрібнення і гранулювання сировини встановлюються безпосередньо на виробництві.

Гірше йде справа з полімерами з промислових і побутових відходів. Вони потребують сортування і очищення. Сортування проводиться:

- По виду пластмаси.
- Кольором.

- Формі.
- Габариту.

На виробництвах етапи сортування проводяться вручну. Після цього відходи надходять на сортувальний вузол, де очищаються від грубих забруднень.

Перед подрібненням сировину обов'язково миється і добре сушиться.

Подрібнення – головний процес вторинної переробки полімерних матеріалів. Оскільки розмір часток, їх обсяг, сипкість і щільність визначають подальшу участь у виробництві готових виробів.

Після подрібнення частинки полімерів сепаруються по фракціям. Це проводиться декількома способами – флотацією, аеросепарацією, поділом у важких середовищах, хімічним методом, електросепарації. Останнім часом активно впроваджується кріогенний метод сепарації, він має ряд переваг перед іншими – висока швидкість змішування і однорідний розподіл гранул в суміші.

Виробництво для вторинної переробки полімерних матеріалів має включати ряд технологічних ліній – сортування, миття, сепарації, екструдкування, грануляції, дозування. Для цього потрібні початкові витрати.

Вторинна переробка відходів деревини

У сучасному виробництві, поряд з використанням лісоматеріалів, широко поширена вторинна переробка відходів деревини та виготовлення на їх основі інноваційних матеріалів. Глибока переробка деревини відрізняється простотою технологічних процесів, невисокою вартістю обладнання, відсутністю необхідності в професійному обслуговуванні.

Після того, як відібраний масив, коріння, кора, тріска, зелені гілки та інше подається на переробне підприємство. За обсягом відходи деревини значно перевершують корисну частину, яка використовується заготівельників. На майданчику відходи сортуються по виду і породі, штабелюють і подають на лінії переробки.

Великі кускові відходи та тріска перемелюють на крихту, вони направляються на целюлозно – паперові комбінати для виробництва паперу, використовуються для гідролізу, з них виготовляються хімічні препарати і будматеріали.

Особливих умов вимагає виробництво технічної тріски для виготовлення деревних плит – ДВП і ДСП. Для подрібнення застосовуються дискові рубальні агрегати і транспортерні лінії – скребкові, стрічкові і шнекові.

Відходи деревини, які не мають промислової користі, використовуються для отримання енергії методом високотемпературного піролізу.

Тирса охоче купують садівничі і фермерські господарства, їх використовують як підстилку для худоби і виробництва компосту. Вони застосовують для виробництва наповнювачів для біотуалетів, деревного вугілля, паливних палетів.

Із зелених гілок хвойних порід виготовляються вітамінні концентрати, які йдуть на виробництво кормових добавок та антибіотиків для домашніх тварин.

Як підсумок, варто зазначити, що вторинна переробка відходів – необхідний напрям господарської діяльності. Інакше світ може задихнутися від наростаючих обсягів сміття або впасти в колапс від нестачі природних ресурсів.

СУЧАСНІ НАУКОВІ РОЗРОБКИ В ОБЛАСТІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ОБЛАДНАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЯ СМІТТЯ

Нідерланди – перші пластикові дороги

Проект передбачає створення спеціальних модулів з переробленого сміття та пластику для будівництва автомобільних доріг. Загалом, ці модулі здатні витримувати таке ж навантаження, як і асфальт, проте мають масу переваг: завдяки малій вазі їх легко транспортувати, збирати і підтримувати в належному стані, а ґрунт при цьому набагато менше схильний до осідання.

Німеччина

У Німеччині з пластику молоді поціновувачі «зеленої» економіки, почали виготовляти: стільці, столи, вуличні крісла, вази. Раковини ті інші цікаві речі.

Індія

У Індії побудували з переробленого пластику близько 100 000 кілометрів доріг. У якості сировини для дорожнього покриття використовують в основному пляшки з-під води або газованих напоїв, які після сортування очищують, висушують і подрібнюють, передає Велика Епоха.

Подрібнений пластик змішують, плавлять при температурі близько 170 °С і додають гарячий бітум. Отриману суміш укладають, як звичайний асфальт.

Використання переробленого пластику для будівництва доріг не тільки допомагає зменшити кількість сміття, але й створює робочі місця для тисяч людей. До того ж пластик більш міцний, ніж звичайний асфальт, безпечний для навколишнього середовища і дозволяє на 8-10% заощадити бітум.

Згідно з новими дослідженнями, «пластикові дороги» в Індії екологічніші, міцніші, потребують менше обслуговування і довговічніші у 3-5 разів у порівнянні зі звичайним покриттям.

«На кожен кілометр односмугової дороги потрібна 1 тонна пластикових відходів, які можуть подвоїти або навіть потроїти довговічність дороги», – зазначають фахівці з управління твердими відходами.

Технологію створення доріг із пластику розробив у 2002 році професор хімії Інженерного коледжу Тіагараджара у південному місті Мадурай Раджагопалан Васудеван (Rajagopalan Vasudevan). Науковець побудував дорогу із пластику у своєму коледжі і, переконавшись у її дієздатності, пішов до державних чиновників.

У методиці Васудевана використовують тонко подрібнене пластикове сміття, яке додають до нагрітого бітуму, а потім суміш виливають на камені.

«Дорога, яку я побудував, досі не пошкоджена, на ній немає ніяких вибоїн та тріщин – це доказ її міцності та довговічності, – каже Раджагопалан Васудеван.

– У моєму методі використовуються відходи, які зазвичай валяються на вулиці або потрапляють у річки, тоді як країна витрачає шалені кошти на будівництво доріг, які швидко руйнуються».

За його словами, щонайменше 11 штатів, зокрема, і його рідне місто у Тамілнаді, використовували технологію ефективної утилізації пластикових відходів для будівництва понад 100 тисяч км доріг.

Аналітики упевнені, що недорогої технології можна використовувати для глобального відновлення доріг.

«Пластикові дороги вирішують проблему утилізації пластику, який не підлягає вторинній переробці», – говорить колишній голова урядового комітету з міської інфраструктури Ішера Джадж Ахлувалія (Isher Judge Ahluwalia).

Як результат, сьогодні Індія перетворилась у світового лідера з технології створення «пластикових» доріг. Згідно з доповіддю Всесвітнього економічного форуму, у 2015 році у країні проклали понад 33 796 км доріг, а станом на жовтень 2017 року цей показник становив вже більше 100 тисяч км.

Е-сміття в Україні: Євросоюз пропонує схему утилізації

В Україні хочуть системно утилізувати відпрацьоване електронне та електричне обладнання. Уряд презентував модель управління цими відходами, за якою виробників зобов'язують утилізувати е-сміття.

Старі холодильники, пральні машини, комп'ютери, телефони, відпрацьовані батарейки тощо – куди дівати цей непотріб? З такою проблемою стикається чи не кожен українець. Нині всі ці відходи просто вивозяться на сміттєві полігони, де вони роками накопичуються. Скільки такого е-сміття українці викидають щороку, статистики немає, оскільки немає й обліку відпрацьованого електронного та електричного обладнання. Євросоюз запропонував Україні допомогу у розробці системи управління відходами електронного і електричного обладнання та елементів живлення, яку нещодавно презентувало міністерство регіонального розвитку та будівництва України. Система передбачає створення реєстру виробників та імпортерів електрообладнання, які будуть зобов'язані подавати офіційні звіти про те, скільки такого обладнання та батарейок вони виробили, продали та утилізували.

Відходи забиратимуть мережі. Відповідно до запропонованої системи роздрібні торговельні мережі будуть зобов'язані приймати відпра-

цьовану побутову техніку, батарейки, автомобільні акумулятори безпосередньо у магазинах. Також вони будуть повинні забирати у споживачів стару велику побутову техніку при купівлі та доставці споживачеві нової техніки такого ж типу або зі схожими функціями. Окрім цього, у містах та райцентрах мають бути створені муніципальні – як стаціонарні, так і мобільні – пункти збору старої побутової техніки, куди споживачі повинні будуть зносити старі праски, міксери, пілососи, лампочки тощо. Звідти їх забиратимуть та утилізуватимуть компанії, які спеціалізуються на переробці таких відходів.

Оплачуватимуть утилізаційні послуги «організації розширеної відповідальності виробників» (ОРВВ). По суті це добровільні об'єднання виробників та дистриб'юторів електронного і електричного обладнання, які акумулюватимуть гроші на подальшу утилізацію своїх товарів. Вони не отримуватимуть прибутку. Таких ОРВВ може бути кілька на країну. «Їхню діяльність жорстко контролюватиме держава, аудит роботи таких об'єднань проводитимуть іноземні аудиторські компанії», – пояснила DW постійна радниця проекту ЄС з впровадження системи управління відходами електронного та електричного обладнання в Україні Еліна Велінова.

Waste Management 2016: новинки обладнання для переробки твердих побутових відходів. «З 1 січня 2016 року діє угода про Асоціацію України та ЄС, яка передбачає перехід України на європейські стандарти збору, переробки та утилізації відходів. Ця виставка дає можливість українським та іноземним компаніям представити свою продукцію та знайти партнерів для подальшої співпраці», – говорить проектний менеджер компанії «Бізнес-Форум» Дмитро Радіонов.

Загалом на виставці було представлено декілька десятків компаній з таких країн, як Україна, Польща, Румунія, Швеція, Німеччина, Хорватія та Греція. Кожна компанія продемонструвала власні розробки в галузі переробки відходів. Зокрема, це технології, які здійснюють ефективну переробку та утилізацію твердих побутових відходів, маючи при цьому низький рівень впливу на навколишнє середовище.

«Проблема збору та переробки твердих побутових відходів для України залишається актуальною, бо ще й досі немає повного теоретичного та практичного вирішення цієї проблеми. Впровадження нових технологій

підприємствами, які здійснюють збір та переробку твердих побутових відходів, може зменшити негативний вплив на довкілля та здоров'я людей. А тому проведення подібних виставок надає можливість як українським, так і зарубіжними підприємствам ділитися своїм досвідом, практикою та новими технологіями, сприяє пошуку нових партнерів», – говорить голова правління ГО «Всеукраїнська Бізнес Конфедерація» Олена Павлюкова.

СТАЛЕ УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

За теоретичними підрахунками, близько 7% території України (понад 4 млн га) займають відходи. Щорічно утворюється близько 12 млн т твердих побутових відходів (далі – ТВП), 7% яких утилізується. Решта знаходить пристанище на звалищах, у тому числі несанкціонованих (скидати сміття на них значно дешевше, порівняно з легальними).

Українське законодавство стосовно утилізації ТВП є здебільшого декларативним і містить багато суперечностей. Зокрема у ст. 33 Закону України «Про відходи» вказано: «Забороняється змішування чи захоронення відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія».

Побутові відходи різних видів в Україні: спалюються на заводах «Енергія» (Київ), «Екологія Україна» Дніпропетровськ), кількох сміттєспалювальних установках (бл. 4% усіх ТПВ); батарейки й акумулятори утилізуються на заводі «Аргентум» у Львові; новий папір з макулатури робить кілька картонно-паперових заводів; склотару скуповують для переробки по всій території України; те ж з металами; люмінесцентні лампи переробляє Микитівський ртутний комбінат; існують навіть підприємства, які скуповують для утилізації електронні відходи.

Окрім того, існує велика кількість приватних підприємств, а також закордонних ініціатив із утилізаційного бізнесу в Україні. Однак часто таким компаніям палки в колеса вставляє як не держава, то «місцеві»: у східних областях своя корпоративна культура.

Не будемо зараз зупинятися на тому, наскільки ці підприємства є екологічними, а звернемо увагу на суперечність. Оскільки відповідно до законодавства важливі лише технології утилізації (а з наведеного вище переліку стає зрозуміло, що вони існують), а не враховується потужність

і реальний об'єм відходів, які ці підприємства можуть переробити, то виходить, що більшість сміття перебуває на звалищах незаконно.

На практиці ж стимулювання утилізації відходів здійснюється через дотації підприємствам, які цим займаються, уже згадувані екологічні податки і плату за розміщення сміття. Майже не виконується ст. 35-1 Закону «Про відходи» щодо сортування ТВП, а також не пришвидшується розгляд законопроекту про заборону використання поліетиленових пакетів.

Не в останню чергу через відсутність чіткої відповіді на питання, хто несе відповідальність за утилізацію ТВП. Так, у законодавстві згадується, що збір, тимчасове зберігання та видалення ТВП входить до комунальних послуг. Тобто комунальні служби займаються проблемою вивезення відходів, але це не означає, що вони повинні їх перероблювати.

Наразі в Україні 8 компаній займаються вивезенням сміття: ПАТ «Київспецтранс», ТОВ «Володар Роз», ТОВ «Селтік», КП «АТП Шевченківської райради», ЗАТ «Спецкомунтехніка», ТОВ «Крамар-Рісайклінг», ДП «Фірма Альтфатер Київ» та ТОВ «Грінко-Київ». Лише дві останні сортують відходи. Однак і це грає малу роль: більшість сміття все одно відлежується на звалищах.

Швейцарське диво

Щорічні видатки на екологію в Україну становлять близько однієї соті відсотка. Екологічний податок в Україні платять забруднювачі атмосфери й води, зберігачі радіоактивних відходів і ті, хто ввозить і торгує транспортними засобами. Україна продовжує ходити під себе і заміняє садок вишневий на бетон і звалища. Приблизно те саме у 80-х було у Швейцарії. Зараз це – одна з найчистіших країн Європи.

Очолити рейтинг найчистіших країн Європи 2009 року за даними «Форбсу» й опинитися на першому місці за швидкістю вирішення екологічних проблем (відповідно до світового Індексу екологічної продуктивності – Environmental Performance Index (EPI)) Швейцарії допомогла ефективна екологічна політика, що її уряд почав впроваджувати у 70-х – 80-х роках минулого століття. Ця політика ґрунтувалася на двох китах: хорошому державному фінансуванню й активній участі громадськості.

Утилізація й переробка відходів грала вагомую роль у політиці Швейцарії, оскільки велика кількість її території перебувала під звалищами. Саме тому доводилося діяти швидко й ефективно.

Держава запровадила систему екологічного оподаткування. Зважаючи на те, що Швейцарія децентралізована, більшість податків зводяться до компетенції місцевих органів, тому населення саме бачить, за що платить, і нерідко може вимагати підвищення податку. Так, кожен громадянин зі своєї кишені сплачує приблизно 35 грн у місяць у муніципальні структури за утилізацію.

Окрім того, у більшості кантонів діє так звана система маркування сміття: окреме викидання білого, зеленого та коричневого скла, електроприборів та домашньої техніки, будівельного сміття, бляшанок, трупів тварин та рослинного масла. Якщо хтось не бажає гратися з відходами, він може купити у фірми, яка вивозить сміття, спеціальний пакет, куди кидатиме усе під ряд (20-30 грн за кілограм).

Порушників цього правила чекають штрафи, і сховатися їм точно не вдасться. Траплялися випадки, коли спеціальна сміттева поліція, яка діє у Швейцарії, проводила навіть експертизу сміття, викинутого незаконно, щоб встановити власника.

Другим важливим моментом стала співпраця з бізнес-структурами і впровадження широкої системи утилізації сміття. Швейцарія переробляє близько 80% своїх відходів. Існує 7 великих організацій із переробки сміття: FERRO – Recycling (бляшанки), IGORA (побутовий алюміній), INOBAT (побутові батарейки), PET – Recycling Switzerland (пляшки), the SENS Foundation (електричне й електротехнічне обладнання), TEXAID (текстиль) and VetroSwiss (скло), які об'єднані в Swiss Recycling.

У Швейцарії діє велика кількість сміттєспалювальних заводів, а також фабрик із переробки сміття. Багато підприємців займаються цим, оскільки розуміють: те, що валяється в контейнерах, насправді неймовірно цінна сировина (для прикладу: цинк може становити понад третину звичайної батарейки, тоді як у руді вміст цього металу коливається від 1 до 20%). Останнім часом навіть стало популярно забирати в сусідніх країнах певні види сміття – після переробки вони приносять багато коштів. Сміття до Швейцарії звозить, наприклад, Італія.

Наразі Швейцарія прийняла й намагається впроваджувати політику сталого розвитку.

Однак варто пам'ятати, що чистоту у Швейцарії навели аж ніяк не закони і не підприємливість, а перш за все – екологічне мислення грома-

дян. Акуратненькі смітнички – по чотири-п'ять в рядочок – не прижилися б, якби не розуміння громадян, що це на їхнє ж благо.

ЗАКОНОДАВЧІ АКТИ УКРАЇНИ І ЄВРОСОЮЗУ У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ. ЕКОЛОГІЧНА ПОЛІТИКА В НАПРЯМКУ УТИЛІЗАЦІЇ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Політика управління відходами ЄС передбачає ряд принципів, які мають загальний характер, тому їх застосування та інтерпретація залишають державам-членам та країнам-претендентам на членство в ЄС можливість поступової адаптації національних особливостей до європейського законодавства. Зважаючи на складність та серйозність проблеми поводження з відходами, в ЄС розроблена велика база нормативних документів у цій сфері діяльності. Головним таким нормативно-правовим документом, який визначає правові рамки та основні принципи поводження з ними, є Директива 75/442/ EWG. Загалом вона налічує 16 категорій відходів, на основі яких впроваджений єдиний Європейський каталог відходів (рішення 2000/532/EWG), що періодично переглядається й оновлюється. У директиві також визначено основні принципи управління відходами, що регулюють діяльність суб'єктів господарювання у цій сфері (рис. нижче).

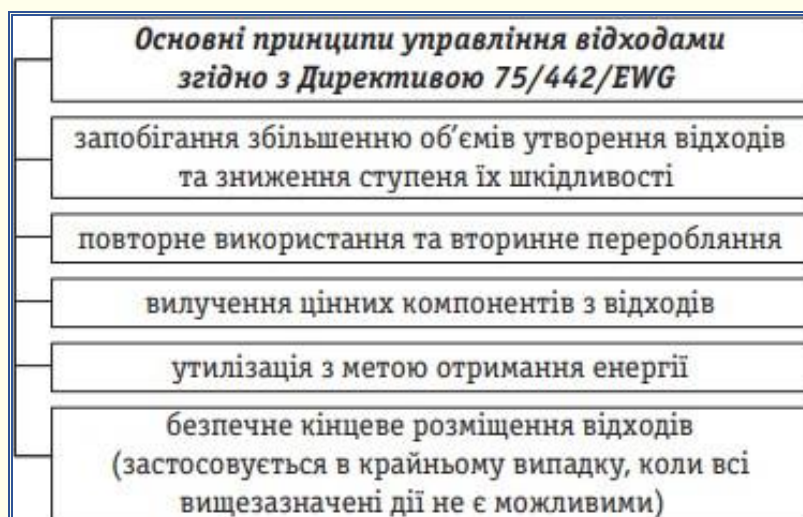


Рис. 20. Основні принципи управління відходами

Ще один визначальний принцип організації щодо поводження з відходами – «відповідальність виробника». Суб'єкти господарювання, перш за все виробники продукції, вже на стадії її проектування повинні впро-

ваджувати заходи щодо зменшення відходів та брати активну участь у заходах з управління ними. Витрати на організацію прийому та розміщення відходів покладаються на виробників та власників відходів, які передають їх підприємствам зі збирання і розміщення відходів, за принципом «забруднювач платить». Згідно з Директивою 75/442/EWG країни ЄС повинні створити комплексну і розвинену мережу об'єктів розміщення відходів з урахуванням передових наукових та економічних технологій. Оскільки директива не забороняє захоронення відходів, а забороняє лише недбале поводження з ними та їх несанкціоноване розміщення, то перед підприємствами постає досить складне завдання, наприклад: поділ відходів на види, їхній облік та транспортування, отримання необхідних дозволів в уповноважених органах влади тощо. Важливими правовими актами ЄС у сфері управління відходами є директиви, присвячені перероблянню відходів, їх утилізації та транспортуванню (рис. нижче). Зазначені нормативно-правові акти становлять основу системи управління відходами у країнах-членах ЄС. Вони є правовим інструментом у боротьбі зі зростаючим в європейських країнах об'ємом відходів.

Перероблення відходів та їх утилізація	Директива 1999/31/WE	- встановлює вимоги до знешкодження відходів та їх складування; - має на меті суворими експлуатаційними і технічними вимогами зменшити або запобігти впливу відходів на довкілля.
	Директива 2000/76/WE	- регулює спалювання відходів, спрямована на запобігання або мінімізацію негативного впливу сміттєспалювальних підприємств на довкілля і здоров'я людей.
	Директива ЄС 94/62	- вимагає від країн-членів Європейської спільноти розвитку технологій з перероблення і повторного використання упаковки та розроблення механізмів її збору; - вводить стандарти щодо складу пакувальних матеріалів; - зобов'язує країни ЄС розробити плани відходів пакувальних матеріалів і регулярно звітувати щодо застосування встановлених норм у цій сфері.
Транспортування відходів	Директива ЄС 78/319 та Постанова Ради Європи № 259/93	- нагляд і контроль за переміщенням відходів у межах ЄС, а також за їх увезенням і вивезенням з території ЄС. Для організації та здійснення внутрішніх перевезень відходів у межах однієї держави всі країни ЄС зобов'язані забезпечити розроблення і впровадження системи нагляду і контролю, яка має бути складовою частиною єдиної системи, що існує в ЄС.

Рис. 21. Нормативні документи ЄС стосовно перероблення, утилізації та транспортування відходів

В Україні ж для запобігання негативному впливу на довкілля чинне законодавство встановлює спеціальний правовий режим, який передбачає

комплекс певних заходів та правил поводження з відходами на усіх стадіях – від їх утворення до знешкодження і захоронення. Цей режим регулюється законами України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про відходи», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про поводження з радіоактивними відходами», «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», «Про металобрухт», Кодексом України про надра та іншими нормативно-правовими актами. Зазначені законодавчі акти спрямовані на врегулювання відносин, пов'язаних з проблемами стосовно поводження з відходами, а також системою заходів щодо організаційно-економічного стимулювання ресурсозаощадження. Основними принципами законодавства є мінімізація утворення, максимальна утилізація, забезпечення повного збирання і своєчасного знешкодження відходів відповідно до вимог екологічної безпеки.

Принципи державної політики у сфері поводження з відходами та напрямки їх реалізації

Принципи державної політики у сфері поводження з відходами:	Напрямки реалізації принципів державної політики:
▪ пріоритетний захист довкілля та здоров'я людини від негативного впливу відходів; ▪ забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів; ▪ науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів з метою забезпечення його сталого розвитку.	▪ забезпечення повного збирання і своєчасного знешкодження та видалення відходів, а також дотримання правил екологічної безпеки при поводженні з ними; ▪ зведення до мінімуму утворення відходів та зменшення їх небезпечності; ▪ забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів; ▪ сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого, повторного чи альтернативного використання ресурсно-цінних відходів; ▪ убезпечення видалення відходів, що не підлягають утилізації, шляхом розроблення відповідних технологій, екологічно безпечних методів та засобів поводження з відходами; ▪ організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на довкілля та здоров'я людини; ▪ здійснення комплексу науково-технічних та маркетингових досліджень для виявлення і визначення ресурсної цінності відходів з метою їх ефективного використання; ▪ сприяння створенню об'єктів поводження з відходами; ▪ забезпечення соціального захисту працівників, зайнятих у сфері поводження з відходами; ▪ обов'язковий облік відходів на основі їх класифікації та паспортизації; ▪ створення умов для реалізації роздільного збирання побутових відходів шляхом запровадження соціально-економічних механізмів, спрямованих на заохочення утворювачів цих відходів до їх роздільного збирання; ▪ сприяння залученню недержавних інвестицій та інших позабюджетних джерел фінансування у сферу поводження з відходами.

Рис. 22. Комплексна муніципальна програма поводження з відходами побутового електронного та електричного устаткування у місті Львові на 2013-2017 рр.

У Львові функціонує близько 200 промислових підприємств різної форми власності та галузевої спеціалізації, в яких зайнято понад 60 тис. осіб. Серед них домінують підприємства харчової промисловості (ЗАТ Львівська кондитерська фірма «Світоч», кавова фабрика СП «Галка», ВАТ «Львівська пивоварня»), значну частку займають машинобудівна та металообробна галузі, підприємства енергетики та будівельних матеріалів. У Львові сконцентровано 95% загальнодержавного виробництва освітлювальних ламп. ВАТ «Іскра» щороку збільшує асортимент та обсяги виробництва освітлювальних приладів, з яких значну частину становлять лампи денного освітлення та енергоощадні лампи. Небезпечні відходи побутового електронного та електричного устаткування містять важкі метали, які потрапляють у ґрунт, поверхневі та підземні води, забруднюючи їх. Якщо сміття загоряється, тоді небезпечні речовини потрапляють у повітря. У Львівській області на сьогодні не існує жодного сміттєзвалища, які б забезпечували безпечне захоронення твердих побутових відходів та унеможливлювали потрапляння забруднювальних речовин в об'єкти довкілля.

Загалом сфера поводження з ТПВ залишається однією з найбільш актуальних проблем міста. Свідченням цього є переповнені контейнери, наявність засмічених ділянок у лісопарках міста, слабе впровадження роздільного збору і первинного сортування сміття. Налагодження збору, сортування та вивезення ТПВ також ускладнює специфіка забудови центральної частини міста, зокрема, вузькі вулиці та відсутність місць для облаштування контейнерних майданчиків.

У місті діють пункти збору деякої вторинної сировини та розпочато налагодження роздільного збору певних видів відходів – паперу, скла, пластику. Але сортування небезпечних відходів побутового електронного та електричного устаткування не налагоджено. Дуже мляво проводяться еколого-освітні заходи щодо здійснення роздільного збору відходів, зокрема шкоди для довкілля від використаних батарейок та люмінесцентних ламп, викинутих разом із іншими відходами у смітник.

Неефективне управління електронними відходами наносить шкоду довкіллю та здоров'ю людини. Тому розробка комплексної програми поводження з відходами побутового електронного та електричного устаткування у місті Львові є актуальною і покликана вирішити одночасно декілька важливих проблем – екологічні, економічні та соціальні.

До відходів побутового електронного та електричного устаткування належать: енергоощадні та люмінесцентні лампи, батарейки, акумулятори, комп'ютери, холодильники та інші дрібні та великогабаритні пристрої, які морально застаріли, не використовуються за призначенням або вийшли з ладу, а також електронні пристрої, які використовувалися для обробки даних та засоби телекомунікації в приватних домашніх господарствах. Даний Проект спрямований на налагодження системи збору та переробки використаних енергоощадних, люмінесцентних ламп та батарейок. Поводження з іншими видами відходів побутового електронного та електричного устаткування, у тому числі великогабаритними, планується налагодити у перспективі.

За оцінками Програми ООН по навколишньому середовищу кожен рік у світі утворюється близько 50 млн. тон електронних відходів, а темпи зростання їх утворення та накопичення відбувається втричі швидше, ніж інших відходів.

Достовірних офіційних даних щодо кількості вироблених, імпортованих чи проданих енергоощадних, люмінесцентних ламп та батарейок в Україні немає. За орієнтовними розрахунками на території України перебувають у користуванні близько 277 млн. елементів живлення (батарейок) та 53,6 млн. мобільних засобів зв'язку, обладнаних батареями. Після відпрацювання, за рік понад 4,5 тис. тон батарейок та акумуляторів стають небезпечними відходами або за, умов безпечної переробки, можуть стати джерелом цінних ресурсів кольорових металів і хімічних речовин.

Сучасне поводження з енергоощадними, люмінесцентними лампами, що відносяться до 1 класу токсичності (надзвичайно небезпечні відходи) та батарейок у Львові не налагоджене належним чином.

На ринку України 95% енергоощадних ламп китайського виробництва. Крім цього такі лампи виробляють заводи у Львові, Харкові, Рівному. У кожній інструкції чітко сказано: лампа містить до 4 міліграмів ртуті, викидати їх у смітник не можна, лише здавати до спеціальних пунктів, які повинні створити місцеві органи влади.

Промислові підприємства та організації, що використовують люмінесцентні чи енергоощадні лампи, повинні здавати їх на утилізацію спеціалізованим фірмам, але такі відсутні у Західній Україні.

У Львові функціонує ряд підприємств, які здійснюють збір використаних люмінесцентних ламп на комерційній основі. Зібрані лампи відправляються згідно угод на схід країни для утилізації. На сьогодні налагоджений збір від юридичних осіб, а громадянам здати на утилізацію лампу є проблемно. Тому споживачі роками зберігають відпрацьовані лампи, або ж викидають у смітник.

Частка використаного електричного та електронного обладнання в Україні становить близько 5% від загального об'єму твердих побутових відходів. За приблизними підрахунками спеціалістів у результаті розкладу електронних відходів, в атмосферу, ґрунт, поверхневі та підземні води за рік потрапляє понад 40 кг ртуті, 160 кг кадмію, 260 т сполук марганцю, 400 т сполук інших металів. Крім цього, названі метали в агресивному, насиченому хімічними речовинами середовищі сміттєзвалищ можуть вступати в різноманітні неконтрольовані реакції з непрогнозованим утворенням небезпечних активних хімічних сполук.

За результатами соціологічного опитування, що проведене в рамках Проекту «Створення муніципальної системи поводження з відходами побутового електронного та електричного устаткування у місті Львові із використанням досвіду міста Люблін», 30% опитаних родин використовують в рік 1-2 енергозберігаючі лампи, 28% – 3-5 ламп, 24% – понад 5 ламп і 18% не використовують жодної енергозберігаючої лампи.

Батарейки у кількості 1-2 на рік використовують 15% опитаних родин Львова, 3-5 батарейок – 34% родин, 6-10 батарейок – 25% родин, понад 10 батарейок – 21%.

За відсутності місць збору використаних батарейок, більшість українців викидають їх разом з іншими відходами. Елементи живлення потрапляють на звалища, відбувається процес їх окислення та забруднення довкілля.

За орієнтовними підрахунками, на сміттєзвалища поблизу Львова щороку потрапляє від 5 до 15 кг ртуті. Відпрацьовані батарейки через вміст важких металів (кадмію, свинцю, ртуті, літію та інших) теж несуть у собі небезпеку для довкілля та здоров'я людини. На кожній батарейці є маркування, яке попереджає про заборону її викидання у смітник разом із звичайним сміттям.

Згідно з даними громадського руху «За право громадян на екологічну безпеку», в користуванні українців перебуває близько мільярда батарейок, які загалом містять 9 тон ртуті. Щорічно стають непридатними не менше 6 тисяч тон відпрацьованих елементів живлення.

Проблема відсутності роздільного збору використаних батарейок характерна для всієї України, якою переймаються переважно громадські організації чи окремі екологічно свідомі громадяни. Київська громадська організація «Оперативно-рятувальна служба міста» приймає в людей на переробку відпрацьовані батарейки, енергоощадні лампи та ртутні термометри. Подібні пункти прийому, організовані громадськими організаціями працюють у Львові, Кіровограді, Одесі, Севастополі, Полтаві. Проводяться окремі екологічні акції для збору використаних батарейок. Так у 2012 р. була організована акція-змагання збору батарейок між активними жителями чотирьох міст України – Львова, Донецька, Харкова та Києва. Було зібрано близько 9 тисяч батарейок, які відправили для утилізації на львівське підприємство «Аргентум».

Станом на 2013 рік на Львівщині наявні три ліцензовані спеціалізовані підприємства, які займаються збором відпрацьованих люмінесцентних ламп: ТзОВ НТП «Галекоресурс» (м. Львів, вул. Д. Апостола, 7), ПП «Ріал» (м. Львів, вул. Лазаренка, 1а), ТзОВ «Еко-Захист-Україна» (м. Червоноград, вул. Львівська, 81).

Аналіз поведінки мешканців Львова щодо відпрацьованих енергозберігаючих ламп та батарейок, проведений в рамках соціологічного опитування мешканців міста Львова свідчить, що 86,5% опитаних родин Львова викидають відпрацьовані лампи і батарейки у смітник (найбільша частка серед респондентів віком від 18 до 25 років) і лише 13,5% – зберігають ці відходи дома, або відносять у пункти прийому. При цьому 27% опитаних родин міста Львова відомо про небезпеку відпрацьованих енергозберігаючих ламп та батарейок, 50,3% – частково відомо, 22,7% – не відомо взагалі. Серед Львів'ян максимально готові до відповідального поводження з відпрацьованими енергозберігаючими лампами та батарейками респонденти віком від 46 до 60 років, з яких 94,9% готові віднести ці відходи до організованих пунктів збору.

Наступний етап поводження із вже зібраними батарейками найпроблемніший, оскільки підприємств, що забезпечили б їх належну утилізацію в Україні немає. На сьогодні на потужностях ДП «Аргентум», триває розробка експериментальної лінії з вилучення цінних металів із відпрацьованих батарейок, проте про переробку відпрацьованих батарейок у промислових обсягах поки говорити не доводиться. Окрім того, технологія, що розробляється стосується лише окремих типів батарейок, всі інші – як і раніше можуть складуватись для подальшого їх вивезення на спеціалізовані підприємства за кордон.

У деяких областях України функціонують науково-виробничі приватні підприємства «Екоцентр» (Львівська, Кіровоградська, Закарпатська тощо), на Полтавщині діє ТОВ «Фірма Діола», у Рівненській області – фірма «Еко-Хелп», всі вони займаються збором ртутьвмісних приладів. Найпотужніше підприємство «Микитртуть», що на Донеччині. Оскільки система збору ртутьвмісних ламп в Україні не налагоджена, то ці фірми та підприємства не можуть працювати на повну потужність і потерпають від нестачі сировини, в той час, як люмінесцентні та енергоощадні лампи потрапляють на сміттєзвалища і становлять загрозу для довкілля та здоров'я населення.

Отже, за умови належної організації системи поводження з відходами побутового електронного та електричного устаткування та реалізація даного проекту у місті Львові вирішується одразу декілька проблем: екологічні, економічні та соціальні.

Розробка програми поводження з небезпечними електричними та електронними відходами у Львові є актуальна з декількох причин:

- великі обсяги використання побутового електронного та електричного устаткування жителями м. Львова, які, окрім того, щороку зростають;
- відсутність спеціальних контейнерів чи пунктів прийому відходів побутового електронного та електричного устаткування;
- значна засміченість зелених зон міста побутовими відходами в тому числі й відходами побутового електронного та електричного устаткування;
- спільне збирання відходів побутових відходів та відходів електронного та електричного устаткування у місті призводить до значного

забруднення довкілля токсичними речовинами, що містяться у відпрацьованих батарейках та інших електричних відходах. Адже всі ці відходи потрапляють на сміттєзвалище поблизу с. Грибовичі, а також на численні несанкціоновані сміттєзвалища поблизу Львова. Це спричинює забруднення ґрунтів, поверхневих та підземних вод;

- погіршення стану здоров'я населення міста Львова та інших населених пунктів у зонах впливу сміттєзвалищ;
- відходи побутового електронного та електричного устаткування містять у собі велику кількість цінних металів, котрі можна використати як вторинну сировину;
- роздільне збирання та переробка відходів побутового електронного та електричного устаткування дозволить розвиватись новим підприємствам та забезпечить населення робочими місцями.

Така програма може стати основою для налагодження безпечного поводження з електричними та електронними побутовими відходами у місті Львові.

СВІТЛОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ ЗЕМЛІ

Земля повільно, але невпинно втрачає занурені в темряву території, що загрожує тваринам та здоров'ю людей.

Група вчених детально вивчила цілу купу знімків нічної Землі, зроблених у період з 2012 по 2016 роки. Їх було зроблено зі супутника НАСА, обладнаного спеціальним прибором – радіометром. Цей пристрій уміє вимірювати яскравість нічного освітлення.

Результат вразив дослідників: штучно освітлена площа планети збільшувалась на 2% щороку. Лише в двох країнах кількість освітлення зменшилась – це охоплені війною Ємен та Сирія.

Інтенсивне нічне освітлення загрожує 30% хребетних видам тварин та 60% безхребетних. Воно негативно впливає на розвиток нічних видів комах, рослин та мікроорганізмів. Зокрема, шкідливий вплив мають популярні «економні» світлодіодні лампочки (LED).

Так, у 2016 році Американська медична асоціація випустила заяву, в якій рекомендувала використовувати для вуличного освітлення лампоч-

ки з меншою кольоровою температурою та яскравістю. Лікарі також застерігають від надмірного використання ламп з блакитним світлом в спектрі. Воно найбільше пригноблює вироблення організмом снодійного гормону мелатоніну, через що відбувається порушення сну.

У серпні 2017 року дослідження проведене в Гарвардському університеті виявило, що надмірна кількість вуличного освітлення збільшує ризик раку грудей в жінок.

Дослідження показали, що вплив світла вночі може привести до зниження рівня гормону мелатоніну. Це може порушити циркадні ритми – наші внутрішні «годинники», які регулюють сон і активність. Порушення цих ритмів збільшує ризик раку молочної залози.

Особливо сильно ризикують жінки з нічною роботою.

Журнал Nature нещодавно оприлюднив статтю, де стверджувалось, що штучне освітлення становить загрозу для опилення врожаю нічними комахами. Дослідження, проведене у Великій Британії показало, що в місцях зі штучним освітленням дерева випускають бруньки на тиждень раніше, аніж там, де його немає. Нарешті, штучне освітлення сильно змінює поведінку птахів, які звикли мігрувати вночі.

Вчені, які проводили дослідження, говорять, що розраховували на інші результати.

«Я очікував, що в багатих країнах – таких як США, Велика Британія, Німеччина – ми побачимо загальне скорочення освітлення, особливо в зонах, які яскраво освітлені», – розповів BBC керівник дослідження, вчений з Німецького дослідницького центру геонаук у Потсдамі Кристофер К'юба.

Радіометр НАСА не вловлює блакитне світло від лампочок LED. Тож дослідники зробили логічне припущення, що в країнах, де активно переходять до енергоефективного освітлення, його інтенсивність зменшиться. Але багато країн замість того, щоб стати темнішими, зберегли рівень освітлення.

Зокрема, у тих же США з'являється все більше нових штучно освітлених вночі місць. Інші найбільш яскраві країни світу, які зберігають рівень штучного освітлення – це Іспанія, Італія та Нідерланди.

А в багатьох інших країнах кількість штучного освітлення зростає. Це відбувається у Південній Америці, Африці та Азії. Доктор К'юба заува-

жує, що якість освітлення залежить не стільки від його кількості, скільки від контрасту.

«Зменшуючи контраст надворі – уникаючи засліплюючих ламп – можливо справді покращити видимість при меншому освітленні. Це може означати значну економію енергії. Але наші дані показують, що в національному та глобальному вимірах це не той напрямок, який ми обрали», – говорить вчений.

Контрольні запитання

1. Які є способи подолання проблем з відходами?
2. Охарактеризуйте відходи як вторинні ресурси?
3. Що таке рециклінг?
4. Поводження з відходами в Україні
5. Особливості логістики при утилізації відходів?
6. Технології вторинної переробки?
7. Види вторинної сировини?
8. Поясніть сучасні наукові розробки в області поведження з відходами?
9. Обґрунтуйте стале управління побутовими відходами
10. В чому полягає екологічна політика в напрямку утилізації побутових відходів?
11. Світлове забруднення Землі?

Лекція 7

«ЗЕЛЕНІ ТЕХНОЛОГІЇ» У ПРОМИСЛОВOSTІ

1. Принципи «зеленої» економіки за формулюванням ЮНЕП.
2. Принципи зеленої економіки в Європейському Союзі.
3. Поняття багатооборотної (циркулярної) економіки.
4. Економіка з багатооборотним використанням продукції.
5. Перехід до економіки повторного використання.
6. Корпоративна соціальна відповідальність.

ПРИНЦИПИ «ЗЕЛеної» ЕКОНОМІКИ ЗА ФОРМУЛЮВАННЯМ ЮНЕП

Концепція **«зеленої» економіки** сьогодні активно обговорюється і на рівні міжнародних організацій, національних урядів, і в колі науковців. Так, підходи до тлумачення «зеленої» економіки й визначення її базових характеристик стали предметом дослідження у багатьох документах ООН, зокрема – екологічної програми (United Nations Environment Programme, ЮНЕП) та департаменту ООН з економічних і соціальних питань (ЮНДЕСА).

Термін «зелена» економіка був вперше введений в обіг у 1989 р. у доповіді підготовленій групою економістів-екологів для уряду Об'єднаного Королівства в рамках консультацій щодо забезпечення сталого розвитку та його вимірювання. У 1990 і 1994 роках ті ж автори під час продовження згаданої доповіді опублікували План 2: «Екологізація економіки світу» та План 3: «Вимір сталого розвитку». За 5 років відбувся суттєвий прогрес у поглядах цих науковців на розвиток світу: якщо головною ідеєю першої доповіді була допомога економіці в реалізації екологічної політики, то у подальшому наголос зроблено на глобальних екологічних проблемах (зміна клімату, виснаження озонового шару, вирубка тропічних лісів, втрата природних ресурсів у країнах, що розвиваються) та необхідності перегляду традиційної економічної моделі розвитку.

У жовтні 2008 р. ЮНЕП започаткувала ініціативу з аналізу розвитку «зеленої» економіки, реалізації політики підтримки інвестицій у «зелених» секторах та «озеленення» секторів з високим рівнем забруднення («коричневих»). В рамках цієї ініціативи ЮНЕП замовила в одного з перших авторів концепції «зеленої» економіки доповідь, яка була опублікована у березні 2009 р. Ця доповідь містила набір політичних заходів, спрямованих на підтримку економічного відновлення й підвищення сталості світової економіки. У ній також було сформульовано звернення до національних урядів активно застосовувати фінансові стимули для «зелених» секторів і встановлено три цілі:

- відновлення економіки;
- викорінення бідності;
- скорочення викидів вуглецю та протидія деградації екосистем.

Крім того, ООН були запропоновані заходи для програм «зеленого» стимулювання, а також засоби підтримки внутрішньої та зовнішньої політики.

У грудні 2011 року Група ООН з раціонального природокористування опублікувала звіт «На шляху до збалансованої і всеохоплюючої «зеленої» економіки», матеріали якого були використані у подальшій роботі ЮНЕП.

Значна частина загальновідомих визначень ув'язує «зелену» економіку з соціальною справедливістю, зниженням негативного впливу на навколишнє природне середовище та підвищенням ефективності використання природних ресурсів. Найбільш відомою є позиція, сформульована в офіційних документах ЮНЕП, де зазначається: «зеленою» є така економіка, яка призводить до підвищення добробуту людей та зміцнення соціальної справедливості при одночасному істотному зниженні ризиків для навколишнього середовища та дефіциту екологічних ресурсів. При цьому наголошується на низьковуглецевому розвитку та ефективному використанні природних ресурсів з урахуванням наявних соціальних факторів. У «зеленій» економіці, на переконання ЮНЕП, зростання доходів і зайнятості мають забезпечуватись державними і приватними інвестиціями, які призводять до зменшення викидів вуглецю і забруднення навколишнього середовища, підвищення ефективності викорис-

тання ресурсів, запобігають втраті біорізноманіття та сприяють розширенню екосистемних послуг.

Під «зеленою» економікою розуміється система відносин, що охоплює виробництво, розподіл, обмін та споживання, яка будується на засадах еколого-орієнтованої діяльності, підтримує збереження та відновлення оточуючого природного середовища і забезпечує мінімальний негативний вплив на нього за рахунок розвитку «зелених» секторів економіки і скорочення «коричневих», створення «зелених» робочих місць та виробництва «зелених» товарів і послуг.

Мета «зеленої» економіки – формування дієвого середовища для економічного і соціального прогресу, що базується на мінімізації негативного впливу на довкілля та ефективному використанні природних ресурсів при збереженні гідного рівня життя населення.

Ця мета реалізується через цілі нижчого порядку (підцілі), до яких відносяться:

захист, збереження, відтворення природних ресурсів і недопущення безповоротної втрати біорізноманіття шляхом мінімізації негативного антропогенного впливу на оточуюче середовище, збереження та відтворення зелених насаджень, забезпечення цілісності екосистем, підвищення якості природних ресурсів тощо; підвищення ресурсоефективності (збільшення продуктивності залучених у господарський обіг природних ресурсів і зменшення обсягу відходів завдяки впровадженню замкнутого циклу виробництва та максимально повній утилізації відходів), з переорієнтацією на переважне використання відновлювальних ресурсів; економічний розвиток на основі структурних змін, що ведуть до підвищення ваги «зелених» секторів з відповідним скороченням «коричневих»; забезпечення соціального прогресу в «зеленому» сегменті економіки; створення «зелених» робочих місць, зростання доходів населення, отриманих за рахунок зайнятості у «зеленому» секторі економіки, підвищення якості товарів та послуг за рахунок надходження на ринок «зеленої» продукції тощо.

ПРИНЦИПИ ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ В ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ

У 2011 р. Європейське агентство з навколишнього середовища у доповіді «Зелена» економіка: огляд оцінок оточуючого середовища Європи» до основних принципів «зеленої» економіки віднесло: орієнтацію на забезпечення сталого розвитку; рівність і справедливість і в межах одного покоління, і між поколіннями; обережність щодо потенційних впливів на суспільство і навколишнє середовище; адекватний облік природного та соціального капіталу (наприклад, за допомогою включення зовнішніх соціальних та екологічних ефектів, «зеленого» обліку, обліку витрат протягом усього життєвого циклу продуктів); стале й ефективне використання ресурсів, споживання і виробництво; внесок у досягнення наявних макроекономічних цілей за рахунок створення «зелених» робочих місць, викорінення бідності, підвищення конкурентоспроможності та забезпечення зростання в основних галузях економіки.

Якщо ж говорити про глобальний вимір, то тут виділяють 10 основних принципів «зеленої» економіки.

1. Орієнтація на майбутнє – врахування наслідків економічної діяльності для існування наступних поколінь.
2. Вимірюваність та співставність – створення відкритої системи національних та міжнародних звітів щодо рівня економічного і соціального розвитку територій та їх впливу на стан довкілля, розроблення адекватних показників оцінювання суспільного розвитку, які враховували б екологічну складову.
3. Стале виробництво і споживання – переорієнтації з традиційних стандартів і моделей виробництва й споживання на новітні «зелені».
4. Соціальний розвиток – зростання рівня зайнятості населення у «зелених» секторах економіки, підвищення рівня якості життя за рахунок зростання доходів та доступу до більш якісних ресурсів, забезпечення права громадян на особистісний розвиток.
5. Суспільне співробітництво – залучення широких кіл громадськості, бізнесу, урядових інституцій, міжнародних та неурядових організацій до спільних дій з формування «зеленої» економіки.

6. Ресурсна ефективність – підвищення рівня результативності використання ресурсів, їх вторинної переробки та збільшення економічного ефекту при скороченні негативних екологічних наслідків.
7. Екологічність – скорочення негативного антропогенного впливу на довкілля, зокрема – викидів парникових газів, твердих відходів, забруднення водойм та землі, збереження біорізноманіття та охорона навколишнього природного середовища, запровадження екологічної освіти населення.
8. Економічність – поточні витрати на впровадження «зелених» стандартів не мають стати обмеженням економічного розвитку, а повинні сприяти створенню основ для довгострокового розвитку.
9. Всеохопленість впровадження засад «зеленої» економіки на всіх рівнях управління та у всіх сферах діяльності.
10. Рівність та справедливість – рівний доступ всіх до наявних природних ресурсів та справедливий їх розподіл.

Саме ці принципи відображають найважливіші аспекти «зеленої» економіки в рамках концепції сталого розвитку.

Цінності зелених послуг:

- Економія – збільшення вигоди від використання ресурсів.
- Екологія – турбота про навколишнє середовище.
- Ефективність – раціональне використання ресурсів.

Провідні економіки світу становляться «зеленими» та «низьковуглецевими»:

Енергоефективність та екологізація для бізнесу – стають прибутковими сферами діяльності та генерують додатковий прибуток... Енергоефективність – основа для впровадження сучасних концепцій проектів у різних галузях, *фундамент конкурентоспроможності та розвитку*.

Ринки стають «зеленими», підприємства повинні своєчасно підготуватися щоб вижити.

Держава, асоціації повинні підтримати підприємства через надання якісної інформації, навчання та фахових послуг.

ПОНЯТТЯ БАГАТООБОРОТНОЇ (ЦИРКУЛЯРНОЇ) ЕКОНОМІКИ

Видобувати, виробляти, споживати і викидати – така формула лінійної економіки, яка панувала у світі донедавна. При цьому, ще на етапі виробництва, скажімо, побутової техніки, ми втрачаємо до 90% ресурсів.

«Відходи» – це те слово, яке ми маємо забути, щоб перейти до економіки циркулярної або, як її ще називають, економіки повного циклу. І саме цей перехід є однією з найважливіших складових Четвертої революції, якій був присвячений міжнародний економічний форум у Давосі.

Циркулярна економіка – це економіка з багатооборотним використанням продукції.

Даний тип економіки розглядається як частина Четвертої промислової революції, в результаті якої в цілому підвищиться раціональність використання ресурсів, в тому числі природних, економіка стане більш прозорою, передбачуваною, а її розвиток швидким і системним.

Циркулярна економіка – це загальна назва діяльності, спрямованої на енергозбереження, регенеративне екологічно чисте виробництво та споживання. На відміну від традиційної моделі економічного розвитку, циркулярна модель є найбільш вдалим способом збереження ресурсів і матеріалів, а відтак шляхом до постійного економічного росту.

Поштовхом до того, що повна утилізація та переробка всіх матеріалів перетворюються на головну мету для цілого світу, є зміна клімату та виснаження природних ресурсів.

Щоб економіка стала циркулярною, конче необхідно набагато більше, ніж просто повна утилізація всіх відходів. Наш світ очікують радикальні зміни: від вибору сировини, способів розробки продукції та нових концепцій обслуговування – до широкого використання побічних продуктів одного виробництва як повноцінної сировини для іншого.

Крім основного – зміни свідомості виробника та споживача – для циркулярної економіки не менш важливо налагодити тісну співпрацю між промисловістю, дослідниками та владою. Наукові дослідження покликані створити нові моделі бізнесу та зразки продукції, де від початку враховуватимуть необхідність легкого техобслуговування, багаторазового використання та подальшої переробки.

ЕКОНОМІКА З БАГАТООБОРОТНИМ ВИКОРИСТАННЯМ ПРОДУКЦІЇ

За останні десятиліття, Євросоюз запровадив широкі законодавчі норми щодо поводження з відходами. Це привело до різкого зниження забруднення повітря, води та ґрунту в країнах ЄС, при одночасному підвищенні економічного зростання і створенні робочих місць у сфері збору та переробки відходів.

Перетворення відходів на ресурс є одним з найбільш важливих напрямків циркулярної економіки, але так само важливою є боротьба з утворенням відходів. Адже щоб переробити вторинну сировину, потрібно знову затратити енергію.

Як можна ощадити ресурси та енергію на їх переробку (приклади)?

- Якщо *відмовитися від егоїстичного використання речей*, то виявиться, що купувати деякі речі нам узагалі не конче треба. Це може бути щось таке, що потрібно нам на певний час, і це легко можна позичити у сусіда або колеги. Ми ж позичаємо гроші, одяг на випускний вечір, авто у чужому місті. То чому б не позичати інструменти, туристичне спорядження, певну побутову техніку тощо? Деякі речі можна використовувати спільно. З книгами це навіть дуже наочно вдається.
- *Багато всього можна використовувати повторно.* Одяг, будівельні інструменти, побутову техніку, паперові коробки... Або двигуни Renault. Ця міжнародна компанія-виробник авто збирає двигуни, коробки передач і паливні насоси з усієї світової мережі Renault, відправляє їх на свій завод під Парижем, де усе це розбирають, очищають ультразвуком і знову збирають, додаючи хіба деякі нові деталі. І нові «старі» двигуни мають таку саму гарантію, але коштують дешевше. На доданій вартості складених заново двигунів Renault заробляє набагато більше, ніж продаючи нові.
- *Речам або тарі можна придумати повторне використання*, змінити їхнє призначення після того, як використали вперше.
- Щогодини у смітниках опиняються тонни харчових відходів. *Чимало підприємців у галузі харчування давно думають над тим, як оптимізу-*

вати їх на рівні мереж закладів харчування. Залишки можна віддавати на формування обіду для бідних, або використовувати для виробництва біопалива або добрив.

- У сільському господарстві, замість хімічних добрив, можна використовувати перероблені органічні відходи.
- Багато речей потребують того, щоб про їхню утилізацію чи переробку думали вже на етапі проектування, розробки та виготовлення. Так, наприклад, меблі можна наперед виготовляти з таких матеріалів, які було б легше і дешевше утилізувати. Як і одноразовий посуд із соломи.
- Деякі відходи великих підприємств можна використовувати – і вже використовують у різних країнах – як сировину в інших галузях. Наприклад, зола, яка залишається від спалювання вугілля на ТЕС, у Європі вже давно є одним із матеріалів для будівництва доріг, що дозволяє економити від 30% коштів на 1 км дорожнього покриття. У Польщі всі золошлакові відходи від власних ТЕС переробили за 15 років. В Україні тренд на їх використання поки що не прижився: сьогодні на золовідвалах українських ТЕС – тобто на тисячах гектарів земель сільськогосподарського призначення – накопичилося понад 400 млн тонн золошлаків. Щорічно їх кількість збільшується на близько 10 млн тонн.

Принцип підприємства «від колиски до колиски»: нешкідливість матеріалів, повторне використання матеріалів, використання відновлювальних джерел енергії, розумне використання води, соціальна відповідальність.

Кендалл Гіллен представив концепцію кругової економіки, протиставляючи її «сьогоднішньому лінійному споживацькому суспільству». Як тільки матеріал речовини більше не вважається корисним, його видають і залишають у відходах... »

«Циркулярна економіка» визначається як «загальний термін для промислової економіки, яка не виробляє відходів або забруднення, за проектом чи наміром, і в яких матеріальні потоки бувають двох типів: біологічні поживні речовини, призначені для безпечного введення біосфери і технічних поживних речовин, які призначені для високоякісної циркуляції у виробничій системі, не вступаючи в біосферу, а також як відновлювальні та відновлювальні за проектом».

Ранньою концепцією, запровадженою ще у 2009 році, був циркулярний характер сталості, як це практикувалося в суспільстві, представлено нижче наведеним the Ricoh Cornet Circle.

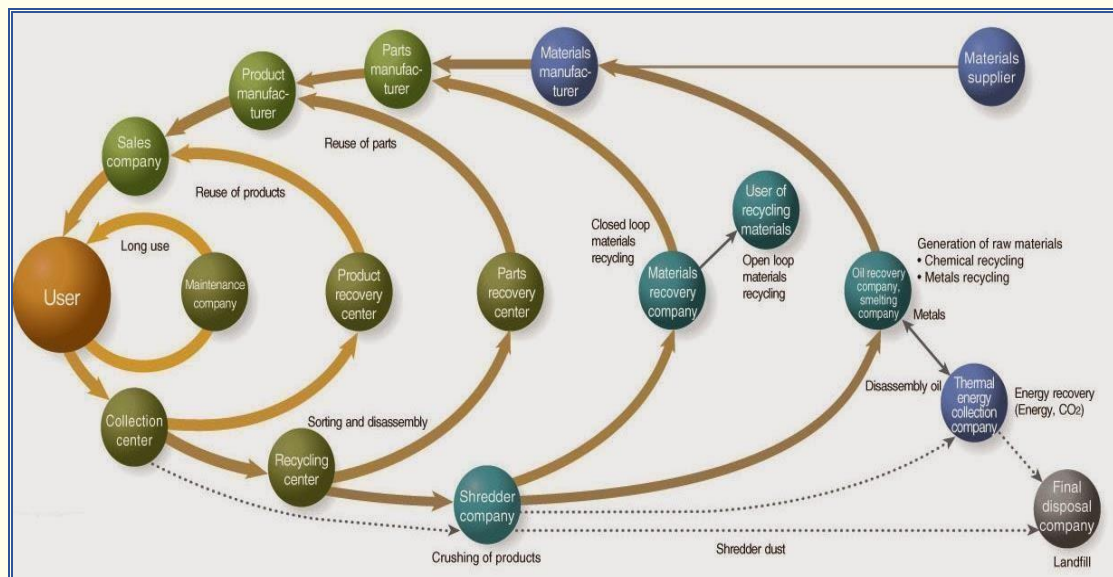


Рис. 23.

У доповіді, опублікованій у липні 2014 року, «Зростання кругової економіки: припинення суспільства, що розвертається», Комітет екологічного аудиту Великобританії у Палаті громад Великобританії наголошував:

«Теперішній спосіб споживання для нашої економіки, не є сталим».

Лінійний підхід – видобування матеріалів, виготовлення продукту, використання та викидання – витрачають цінні ресурси і завдають шкоди навколишньому середовищу. Крім того, зростаючий рівень споживання в країнах, що розвиваються, надаватиме все більший тиск на ціни для матеріалів та подальші витрати для підприємств та споживачів. «Циркулярний» підхід – веде до повторного використання ресурсів, максимізації вартості ресурсів з часом та створює екологічний та економічний сенс.

Комітет екологічного аудиту Великобританії випустив звіт – Growing a Circular Economy: Ending the Throwaway Society – у якому відзначив необхідність впровадження циркулярної економіки і здійснення низки регуляторних заходів.

Автори звіту вимагають від уряду: зниження податків для підприємств, які переробляють або використовують перероблені товари; обов'язкову комунальну систему поділу відходів; довгих термінів гарантії на споживчі товари; заборони відправлення харчових відходів на зва-

лища; збільшення фінансування установ, які сприяють переходу до циркулярної економіки.

«Ми маємо «одноразову» економіку, яка просто не може бути стійкою в двадцять першому столітті, – сказала Джоан Воллі, член парламенту і Голова Комітету екологічного аудиту. – Майже половина всіх речей, які ми викидаємо протягом року, може бути перероблена і знову використовуватися. Це тим більш важливо, оскільки ціни на сировину постійно зростають».

Також відзначається, що «ідея не нова, а пов'язана з цілою низкою концепцій, таких як принцип «Від колуки до колуки» (*Cradle to Cradle' design*) і «промислова екологія» (*industrial ecology*), які черпають натхнення з біологічних циклів і підкреслюють важливість оптимізації використання ресурсів у системі протягом тривалого часу. Циркулярна економіка включає в себе низку процесів, або «циклів», в яких ресурси багаторазово використовуються і їх цінність підтримується скрізь, де це можливо».

Cradle to Cradle (C2C) – автори архітектор Вільям Макдоно (William McDonough) і хімік Майкл Браунгард (Michael Braungart)

Сутність – проектування безперервного кругообігу матеріалів, розробка продуктів, найменш шкідливих для живих істот і навколишнього середовища.

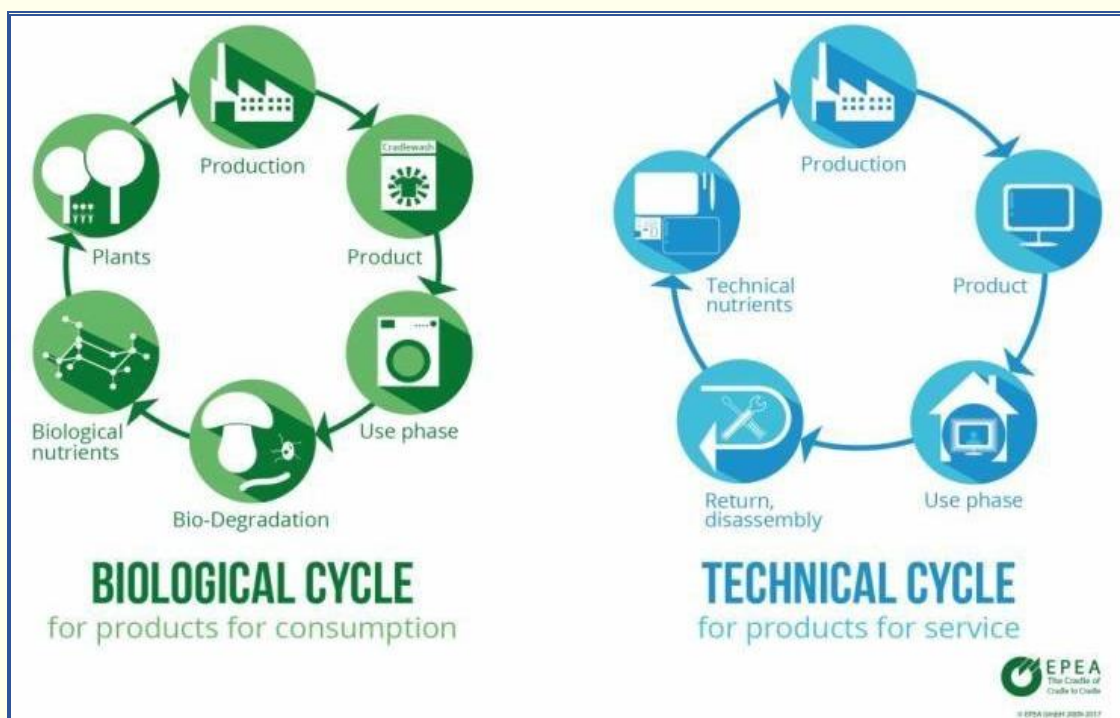


Рис. 24.

Розподіл процесу виробництва будь-якого продукту на 2 типа складових: біологічні складові, які можуть легко повернутися в природну екосистему без будь-якої шкоди для води і повітря; технологічні складові, це товари, які використовуються, але не до кінця, і які не можуть бути безпечно і природним чином утилізовані, а це все товари тривалого користування, що складаються з металу, пластику і синтетичних речовин, ресурси з них мають повертатися у виробництво без шкоди для якості.

Дотримуючись принципів Cradle-to-Cradle при створенні і реалізації продукції, виробник робить якісний товар, економлячи на факторах виробництва і не залишаючи екологічного сліду.

ПЕРЕХІД ДО ЕКОНОМІКИ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Прихильні принципам Cradle-to-Cradle дизайнери і виробники повинні дотримуватися п'яти критеріїв продукції:

Нешкідливість матеріалів. Необхідно підтвердити потенційну нешкідливість матеріалів для навколишнього середовища і здоров'я людей. Всі хімічні компоненти продукції повинні отримати оцінку «Оптимальний рівень відповідності» – зелений або «Прийнятний рівень відповідності» – жовтий. Будь-які інгредієнти, які отримують оцінку «червоний» (високий ризик) або «сірий» (не підлягає визначенню), повинні відбраковуватися і замінюватися.

Повторне використання матеріалів. Виробник повинен чітко знати і розуміти з яких матеріалів виготовляється його продукт. Складається список речовин, які були використані при створенні товару, і їх поділяють на дві групи в залежності від природи походження: органічні та технічні. З огляду на те, до якої групи належить компонент, він бере участь у відповідному циклі. Органічне речовина при утилізації товару повертається в природне середовище, а синтетичний інгредієнт бере участь в технічному циклі і використовується для виготовлення нової продукції.

Використання відновлюваних джерел енергії. При створенні продукції потрібно враховувати можливість того, що сьогоденні технології дозволяють включити використання поновлюваних джерел енергії в проєктовані виробничі системи.

Розумне витрачання води. Важливим є усвідомлення того, що чиста вода – це дорогоцінний природний ресурс, і кожна людина має істотне право на її споживання. Тому компанії, що працюють за принципом С2С, повинні відповідально і раціонально витрачати водні ресурси, і скидати стічні води тільки після необхідного очищення.

Соціальна відповідальність. Дизайнери і виробники повинні довести, що вони здійснюють свою діяльність, поважаючи права і інтереси всіх людей, які були задіяні у виробництві, використанні, утилізації та переробки продукції.

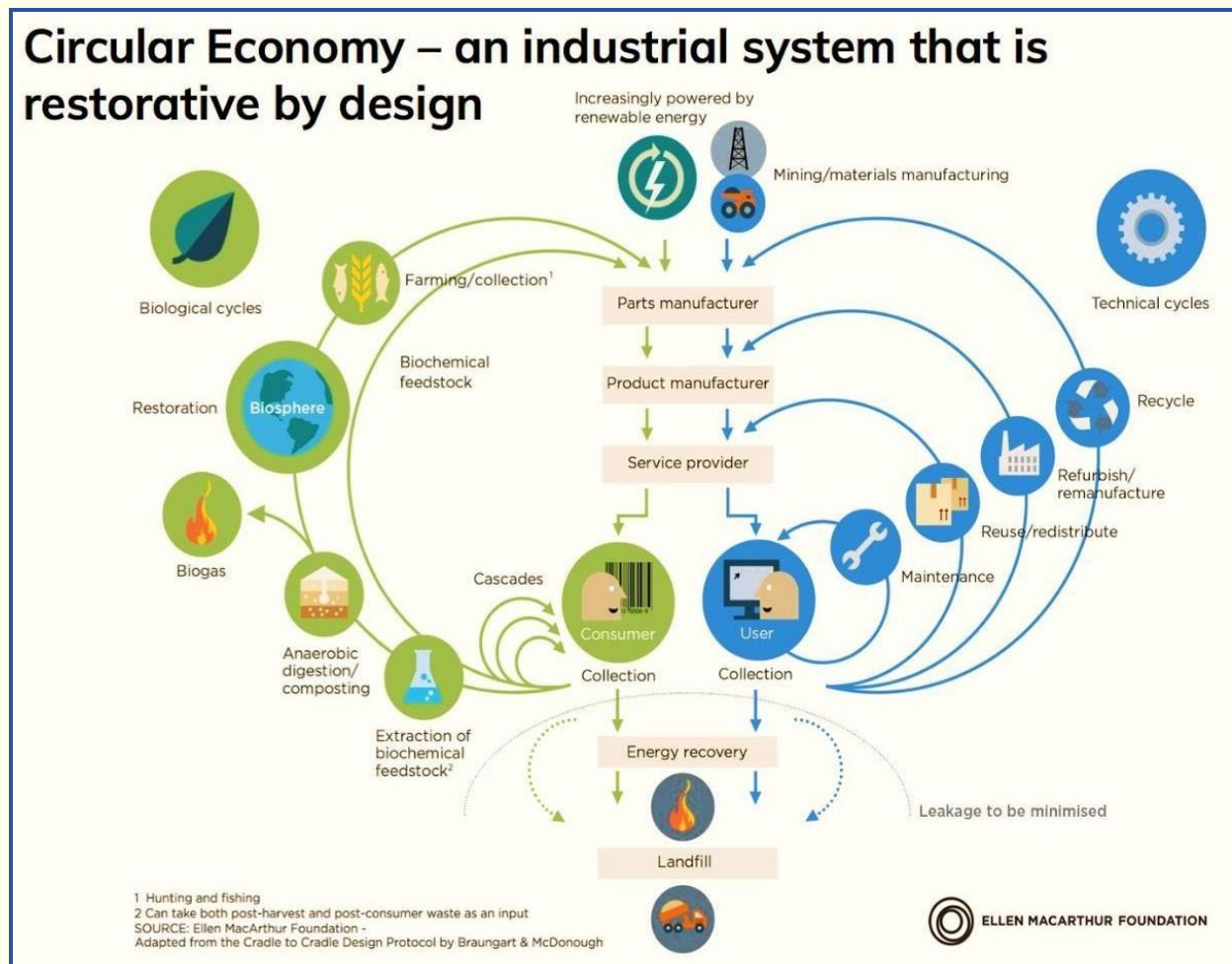


Рис. 25.

КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ

Корпоративна соціальна відповідальність (КСВ) – це відповідальність підприємства за прямий та опосередкований вплив на економічну, екологічну та соціальні системи, в які воно вбудоване. Про КСВ в Україні знають та навіть чують мало. Це пояснюється тим, що історія розвитку українського бізнесу відрізняється від західної та має свої особливості. Розвиток КСВ в Україні проходить інакше.

Переваги підприємства, яке використовує КСВ:

1. Працівники виконують свої обов'язки з більшою відданістю та відчують себе лояльнішими до роботодавця.
2. Постачальники та покупці зацікавлені у стабільній співпраці й асоціюють свою репутацію із репутацією відповідального партнера.
3. Місцева адміністрація, податкові органи, інвестори з більшою довірою ставляться до таких підприємств.

Таблиця 9

Стадії розвитку корпоративної соціальної відповідальності на Заході

Основну увагу компанії приділяли усуненню екологічних криз та аварій, наприклад забрудненню ртуттю в Затоці Мінамата (Японія), витоку діоксину в Севесо (Італія), розливу нафти корпорацією Амоко Кадіс (Франція), ядерній аварії в Гаррісбурзі (США). У відповідь на екологічні катастрофи з'явилися нові інституції із охорони навколишнього середовища і консервації природи, а також була створена нова законодавча база	Головним завданням була потреба в ознайомленні з кількістю екологічних законів, що стрімко зростала, та мінімізація витрат на впровадження екологічних норм на підприємствах	Більш активна КСВ, що вимагає дотримання правил та повного використання бізнес-можливостей. Розроблено нормативно-правові акти, що дали більше свободи для компаній щодо внутрішньої екологічної політики та правових норм. Закони і правила, які раніше були зосереджені на одному елементі довкілля, замінилися на більш цілісні. Стали впроваджувати економічні інструменти, такі як схема торгівлі викидами. Екологічні стандарти частіше засновані на результатах, ніж існуючих технологіях.
--	--	---

В Україні КСВ – діяльністю займаються як іноземні, так і великі вітчизняні підприємства та корпорації, наприклад: «Нова Пошта», «Оболонь», «Небесна Криниця», «Воля» та інші.

Таблиця 10

Особливість у веденні КСВ В Україні

Представництвами міжнародних іноземних підприємств в Україні	Вітчизняними підприємствами
Найчастіше КСВ має досить обмежений фокус (наприклад, лише сфера освіти, здоровий спосіб життя чи охорона природи) відповідно до внутрішньої політики та розпоряджень із штаб-квартири.	КСВ має дещо епізодичний характер і частіш за все представлена окремими акціями благодійного характеру

Успішний приклад КСВ

Deutsche Post DHL або DHL – міжнародна логістична компанія, яка має більше 510,000 працівників у більш ніж 220 країнах світу та дохід більше 57 млрд євро в 2016 році.

Компанія має три внутрішні програми в межах КСВ компанії:

Go Green – включає в себе широкий спектр заходів та ініціатив: від ведення аудиту викидів парникових газів до складання і оприлюднення звіту про викиди парникових газів (ПГ), внутрішнього природоохоронного менеджменту та дій з ощадливого використання природних ресурсів, просвітницької роботи із інформування і створення екоощадливої культури праці робітників та інше. Одним із прикладів дій з ощадливого використання природних ресурсів є те, що інфраструктура будівлі головного центру європейського регіону дозволяє збір дощової води з даху будівлі. Ця вода потім використовується в технічних цілях сантехнічної системи, що значно скорочує затрати води багатьох тисяч працівників у будівлі.

Go Teach – передбачає соціальні ініціативи компанії із покращення можливості для навчання та можливість працевлаштування молоді, особливо тих, хто перебуває на соціально-економічному рівні. Сайт DHL говорить: «У сучасному світі, який швидко змінюється, освіта сприяє під-

вищенню стабільності та процвітання – як для людей, так і для суспільства та ринків».

Go Help – передбачає дії із ліквідації наслідків стихійних лих. Так, маючи знання про регіони та їхню інфраструктуру, маршрути та особливості транспортних систем у світі, компанія бере на себе відповідальність щоразу впоратись із викликом та допомогти населенню і своїм працівникам у разі лиха.

Поширеною є КСВ – практика партнерства підприємств із неприбутковими організаціями (НПО). Корпорації встановлюють з НПО стратегічне партнерство.

Благодійні пожертвування корпорацій уже не сприймаються як достатній внесок до сталого розвитку КСВ. Тож, підприємства – від малих фірм і до великих транснаціональних корпорацій – все більше і більше стурбовані своєю корпоративною відповідальністю та діями, націленими на екологізацію їхньої бізнес-діяльності. В результаті цього все частіше розробляються продукти, програми та проекти у співпраці із НПО. Так, для прикладу українські підприємства можуть встановити співпрацю із WWF (World Wildlife Fund) та Greenpeace в Україні, НЕЦУ та іншими НПО.

З чого почати побудову КСВ на підприємстві

1. Потрібно залучити менеджмент та заручитися його підтримкою. Керівництво, що зацікавлене у впровадженні КСВ, – це вже половина успіху. Зрештою будь-які заходи із КСВ вимагатимуть інвестицій – фінансів, ресурсів, робітників тощо. Тому схвалення керівництва і підтримка у втіленні намірів – запорука результативності ваших дій.
2. Окреслити бюджет, який ваше підприємство може виділити на заходи із КСВ. Це, своєю чергою, допоможе чітко усвідомити масштаб дій. Так, впровадження проекту із встановлення вітрових електростанцій для «відшкодування» викидів парникових газів чи встановлення урн для роздільного збору сміття та його вивіз вимагають витрат різного порядку. Ваші дії із впровадження КСВ можуть і не вимагати фінансових витрат. Так, відмова від поїздок (машиною) на бізнес-зустрічі та перехід до практики скайп- чи конференц-дзвінків дозволить скоротити CO₂.

3. Слід визначитись із цілями, яких ви хочете досягти. Їх перелік та пріоритет різняться від компанії до компанії. Ви можете бажати отримати певні нагороди чи відзнаки (наприклад, «Кращий роботодавець року») або підняти рівень професійної кваліфікації працівників та їх задоволеність працею (наприклад, за потреби забезпечити робітників формою, спецвзуттям тощо, проводити щомісячні тренінги для робітників, потім відкрити окрему групу для дошкільнят працівників на базі підприємства і т. д.). Це і визначить сферу вашого фокусу. Їх може бути декілька.



Рис. 26.

Приклади реалізування парадигми «від колиски до колиски»

1. Carlsberg Group разом із партнерами розробляє біорозкладну деревоволокнисту пляшку – «Green Fiber Bottle».

Всі матеріали для виробництва пляшки, включаючи кришку, буде створено з біорозкладних компонентів на біо-основі – в першу чергу деревного волокна з екологічно раціональних джерел, що забезпечить нешкідливий розпад упаковки.

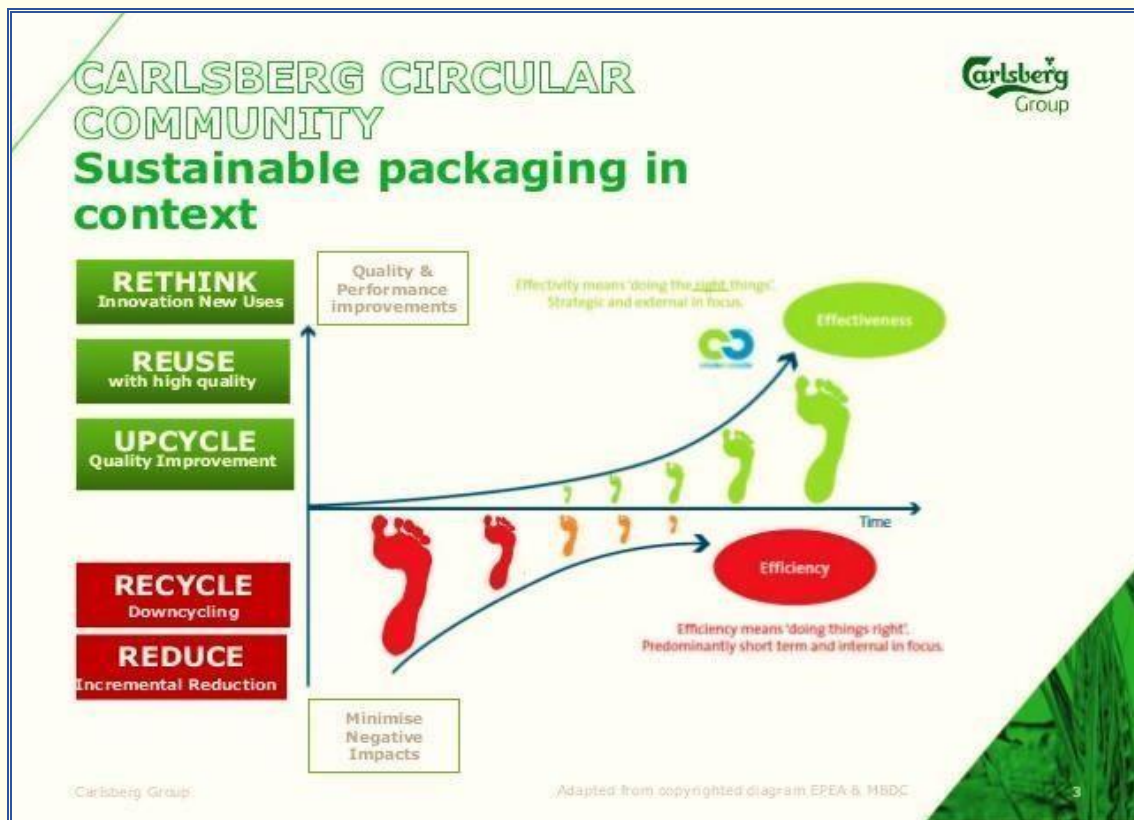


Рис. 27.

Мета Carlsberg Circular Community – слідувати принципам економіки замкнутих циклів (циркулярної економіки), застосовуючи концепцію регенеративного дизайну Cradle to Cradle (або C2C) при розробці та маркетингу нових продуктів.

2. Компанія H&M отримала премію Global Change Award для активізації «зелених» інновацій, які допоможуть впровадити виробництво замкнутого циклу у модній індустрії.

Всесвітньо відомі шведські компанії – ритейлер меблів і товарів для дому IKEA і ритейлер одягу H&M – підтримали технологію виготовлення тканини з тирси, яку винайшов інноватор Ларс Стігссон. Спільне підприємство має назву TreeToTextile AB, його мета – розробка новітнього текстильного волокна в сталий спосіб, проте з низькими витратами. Нині до них приєдналась фінсько-шведська лісопромислова компанія Stora Enso.

Відтепер TreeToTextile AB переходить у фазу індустріалізації. Зокрема, Stora Enso підтримає виробничий процес TreeToTextile, «розгорнувши» демонстраційний завод на одному зі своїх скандинавських підприємств.

Технологія, яку вже випробувано на дослідній лінії у Швеції, передбачає використання сировини з поновлюваних і сталих лісів (прим. – контрольоване лісокористування, яке не виснажує лісові ресурси) і переробку целюлози на текстильне волокно. Цей процес потребує менше енергоресурсів і хімікатів, аніж виробництво таких матеріалів, як бавовна або поліестер.

Чотири партнери мають однакові частки в TreeToTextile і поділяють впевненість у ринку волокна з високими показниками сталості. IKEA і H&M планують використовувати тканини у виробництві своєї продукції. Окрім того, за словам представників компаній, уся галузь отримає вигоди через залучення до ланцюгів постачання, а кінцеві споживачі – товари за привабливими цінами.

«Це фантастика – бачити, як ідея використання лісових ресурсів для більш сталого текстильного виробництва розвинулась від лабораторії до комерційного продукту всього за кілька років», – прокоментував винахідник і підприємець Ларс Стігссон.

Одним із негативних наслідків економічного зростання є інтенсифікація впливу людської діяльності на навколишнє середовище. Дослідження підтверджують, що Україна перебуває в стані затяжної економічної кризи, котра поглиблюється і негативно впливає як на конкурентоспроможність національної економіки, так і на якість життя людей. Сьогодні спостерігається глобальність масштабів екологічних проблем, а отже, зростає необхідність реалізації принципів сталого розвитку світової економіки.

Поняття “сталий розвиток” вперше сформулювала у 1987 році Комісія ООН з питань довкілля. Сталий розвиток (англ. Sustainable development) – це загальна концепція, що стосується встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб і захистом інтересів майбутніх поколінь, зокрема їхньої потреби в безпечному і здоровому довкіллі [13].

Чільне місце у забезпеченні такого балансу займає актуальна для українських підприємств проблема екологізації виробництва. Приймаючи рішення про вдосконалення власного виробництва, суб’єкти господарювання зазвичай керуються меркантильними інтересами, тому важли-

во створити дієві механізми регулювання та стимулювання екологізації як на державному рівні, так і на рівні підприємства.

Екологізація – це процес безупинного і послідовного розроблення та впровадження у виробничі процеси нових технологічних і управлінських заходів, які дають змогу підвищувати ефективність використання природних ресурсів зі збереженням чи поліпшенням якості довкілля [7, 10, 14].

Актуальність питання екологізації виробництва вітчизняних підприємств зумовлена значним техногенним впливом на довкілля в країні. За даними Держкомстату України [1], протягом 2006-2009 рр. максимальний обсяг шкідливих викидів у водне і повітряне середовище спостерігався у 2007 р. (рис. нижче). Зменшення негативного впливу суб'єктів господарювання пояснюється скороченням вітчизняного виробництва у зв'язку з економічною рецесією, що розпочалась 2008 р.

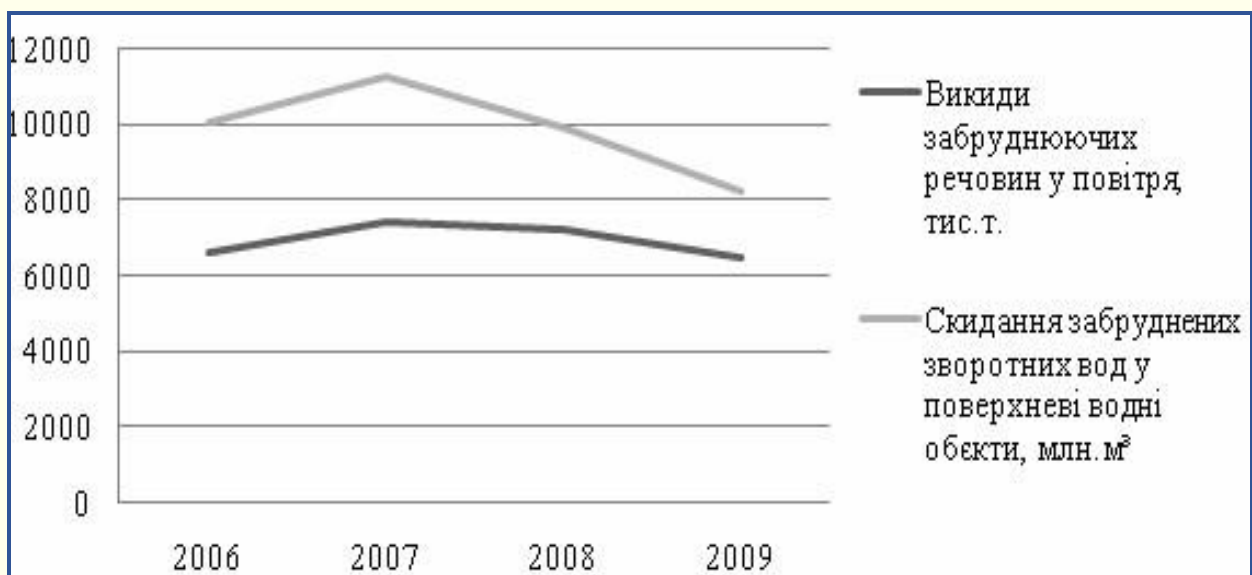


Рис. 28. Динаміка шкідливих викидів у водне і повітряне середовище України

Сучасні масштаби екологічних порушень, а також необхідність компенсації втрат від великих аварій і стихійних лих створюють реальну загрозу переспрямування фінансових і матеріальних ресурсів із розв'язання стратегічних завдань формування нової структури економіки на підтримання її наявного потенціалу.

Динаміку капітальних інвестицій і поточних витрат на охорону та раціональне використання природних ресурсів в Україні відображено в табл. і рис. нижче.

Таблиця 11

*Динаміка капітальних інвестицій та поточних витрат
на охорону та раціональне використання природних ресурсів
за напрямками природоохоронної діяльності, млн. грн.*

Напрями при- родоохоронної діяльності	2006 р.	2007 р.	Темп зміни у 2007 р. від 2006 р., %	2008 р.	Темп зміни у 2008 р. від 2007 р., %	2009 р.	Темп зміни у 2008 р. від 2009 р., %
Капітальні інве- стиції та поточні витрати, разом	7366,6	9691,0	131,55	12176	125,64	11073,5	90,95
Охорона атмос- ферного повітря і клімату	1589,3	2521,2	158,64	2826,3	112,10	2309	81,70
Очищення зво- ротних вод	3376,0	3904,8	115,66	4917,1	125,92	5189	105,53
Поводження з відходами	1669,7	2157,2	129,20	2738,2	126,93	2328,3	85,03
Науково- дослідні роботи (НДР) природоо- хоронного спря- мування	18,4	38,0	206,52	50,6	133,16	57,1	112,85

З попередньої таблиці видно, що темпи зростання інвестицій, скерованих на охорону та раціональне використання природних ресурсів, а також на НДР природоохоронного спрямування, з кожним роком зменшуються, а в 2009 р. капітальні інвестиції скоротилися на 9,0 %.

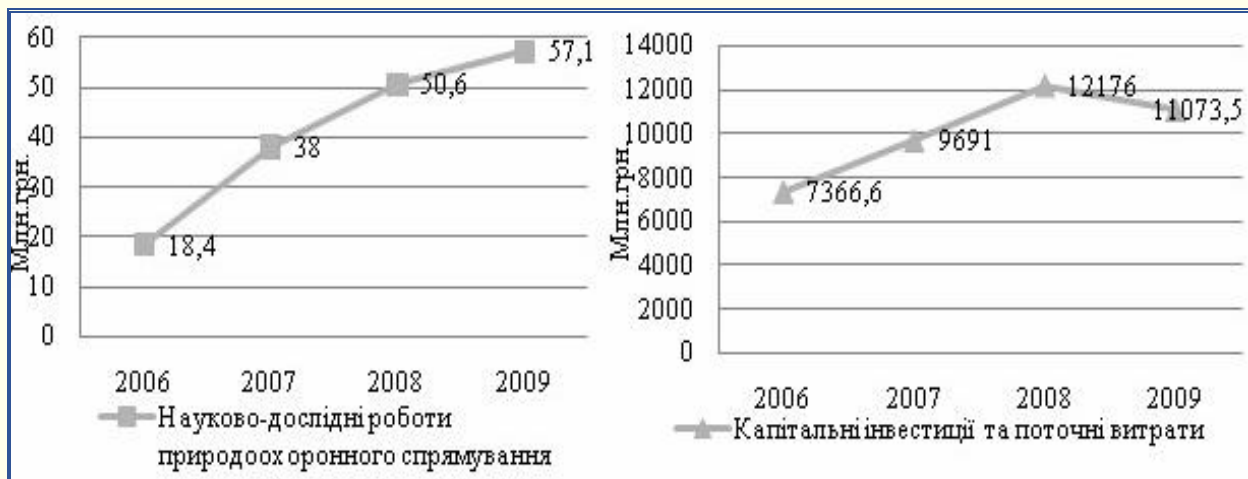


Рис. 29. Динаміка капітальних інвестицій на охорону та раціональне використання природних ресурсів, а також на НДР природоохоронного спрямування

Основними забруднювачами, а отже, й платниками зборів за забруднення навколишнього природного середовища у 2009 р. були підприємства, які виробляють та розподіляють електроенергію, газ і воду (пред'явлено зборів на суму 541,3 млн. грн., або 45 % від сумарного обсягу в країні), добувної промисловості (252,3 млн. грн., або 21 %), металургійного виробництва та виробництва готових металевих виробів (188,9 млн. грн., або 16 %) [1].

За умов обмеженості запасів корисних копалин і значної залежності України від імпортних енергоносіїв важливим є і питання енергоефективності підприємств. За даними Міжнародного агентства IEA (International Energy Agency) у 2009 р. Україна посіла шосте місце в світі за обсягом імпорту газу, у 2008 р. – п'яте, а за обсягом використання – третє місце [16].

Енергомісткість ВВП України (питомі витрати первинної енергії на одиницю валового внутрішнього продукту країни) у 2-3 рази перевищує середній рівень енергомісткості ВВП країн світу. Основними причинами високої енергомісткості ВВП України є низький технічний рівень переважної частини підприємств; відсутність умов для ефективної реалізації енергозбережних заходів та дієвого механізму їхнього стимулювання; висока частка енергомісткого виробництва, зокрема виробництва чавуну, сталі, цементу, хімічних речовин тощо.

Подальший розвиток ринкових відносин і конкуренції передбачає істотне підвищення технічного і технологічного рівня вітчизняного виробництва, стимулювання ресурсо- та енергозбереження, структурну пе-

ребудову економіки, що зменшить забруднення природного середовища. Такий висновок підтверджує досвід розвитку країн з ринковою економікою за останні 20 років.

В Україні, економіка якої перебуває на етапі виходу із кризи, виникає небезпека погіршення екологічної ситуації, що пояснюється впливом таких факторів, як фінансові труднощі підприємств, які обмежують можливості виконання природоохоронних заходів; недостатні бюджетні асигнування галузям, які відповідають за відтворення й охорону природних ресурсів (лісове господарство, водне господарство, геологорозвідка, природоохоронні органи); відсутність законодавчо закріплених розмежувань повноважень і відповідальності органів влади і управління, яке призводить до неузгодженості рішень у галузі використання ресурсів і екологічного убезпечення, безвідповідальних дій щодо розпоряджання природними ресурсами та їхнього фактичного розкрадання; порушення господарських зв'язків, проектних технологічних режимів, посилення аварійності виробництв тощо [14].

Екологічна ситуація може стабілізуватися у разі зміни орієнтації соціально-економічного розвитку, формування нових цінностей, перегляду структури потреб, цілей пріоритетів і способів діяльності людини. Для цього необхідно розробити комплекс радикальних політичних, законодавчих, соціальних, економічних, технологічних і організаційних заходів. Важливо дотримуватись принципу розумних компромісів у розв'язанні конфліктів між необхідністю дотримуватись екологічних рекомендацій і обмежень та економічною мотивацією виробничо-господарської діяльності.

У процесі розроблення механізмів державної мотивації та стимулювання екологізації виробничо-господарської діяльності варто виходити з того, що в ринкових умовах природоохоронна діяльність повинна бути економічно доцільною.

На основі виконаного дослідження теоретичних джерел і практичного досвіду [6, 11, 14] виокремлено мотиви суб'єктів господарювання, що впливають на прийняття рішень із реалізації екологічних заходів (рис. нижче).



Рис. 30. Мотиви суб'єктів господарювання щодо екологізації виробництва

Сьогодні під економічним механізмом екологізації виробництва розуміють [7, 10] комплекс різноманітних важелів, нормативів, інституціональних структур, який через фінансово-економічне та організаційне сприяння стимулює здійснення природоохоронних заходів.

Функціонування економічного механізму можливе за наявності ефективного організаційного механізму як на внутрішньогосподарському, так і на загальнодержавному рівні. Організаційний механізм екологізації виробництва на внутрішньогосподарському рівні – це система зв'язків організаційного характеру, які виникають у динаміці господарсько-фінансової діяльності між структурними підрозділами підприємства і спрямовані на підвищення її екологічного рівня. Організаційно-економічний механізм управління природокористуванням на загальнодержавному рівні – це єдність функцій управління та економічних, правових, адміністративних, соціальних заходів, націлених на забезпечення ефективності та безпеки використання і охорони природного середовища. Він ґрунтується на взаємозв'язку ринкового механізму й державного регулювання [4].

Основними видами організаційно-економічних механізмів екологізації виробництва є: примусові, заохочувальні та маркетингові.

Примусові механізми складаються з екологічних платежів та штрафів, санкцій і заборон, екологічної стандартизації й ліцензування, екологічного менеджменту. У примусових механізмах екологізації виробництва ресурсні платежі не мають суттєвого впливу на економічні інтереси суб'єктів господарювання, не відносяться до сталих джерел бюджетних надходжень і не стимулюють раціонального природокористування. Платежі (збори) за забруднення навколишнього середовища мають швидше фіскальний, а не стимулюючий характер, оскільки джерелом платежів за порушення в межах лімітних значень є виробнича собівартість підприємств, тобто природоохоронні витрати компенсуються в цінах на продукцію, а фінансові та кадрові можливості природоохоронних органів не дають змогу забезпечити своєчасний і ретельний контроль за сплатою платежів [12].

Враховуючи, що право власності на навколишнє середовище належить усьому суспільству, підприємства повинні обов'язково відповідати за завдану шкоду. При тому податок на забруднення чи плата за викиди відображають граничну шкоду, визначену до акту викиду, а в системі обов'язкової відповідальності за шкоду вона розраховується за фактом викиду (після нього) конкретно для кожного випадку.

Першочерговим завданням підвищення ефективності примусових механізмів екологізації виробництва є посилення державного контролю за дотриманням регламентів природокористування, для чого доцільно поєднати під загальним методичним і організаційним керівництвом діючі системи спостереження й контролю за станом природних ресурсів і навколишнього середовища у розрізі територій і екосистем; створення мережі стаціонарних і пересувних технічних засобів контролю за джерелами забруднення природного середовища. Також доцільно вдосконалити механізм встановлення плати за забруднення природного середовища, а саме використання підвищених нормативів за перевищення встановлених лімітів викидів і скидання шкідливих речовин, розміщення відходів; встановлення плати за забруднення з урахуванням якісного складу викидів, гостроти екологічної ситуації в певних регіонах; проводити індексацію рівня плати з урахуванням інфляції тощо.

Уряд України здійснює певні заходи із підтримання мінімально необхідного рівня екологічної безпеки та масштабів природоохоронної діяльності, що викликано складною екологічною обстановкою в багатьох регіонах країни та необхідністю виконання зобов'язань за міжнародними договорами і конвенціями із забезпечення біологічного різноманіття, запобігання глобальному змінінню клімату, охорони унікальних природних зон, морів тощо.

Заохочувальні механізми спрямовують на застосування пільгового оподаткування і кредитування, субсидій, дотацій і грантів, премій і призів, держінвестування у НДР і розвиток інфраструктури.

На жаль, більшість інструментів стимулювання екологічної діяльності підприємств у заохочувальних механізмах країни існують лише на рівні нормативно-правових актів і не впроваджені в практику господарювання. Крім того, в наявній державній системі стимулювання екологічної діяльності практично не функціонують і не є досконалим механізм кредитування, пільгового оподаткування та цінового заохочення реалізації природоохоронних заходів, а ті методи, що використовуються, мають суттєві недоліки [12].

Основним заохочувальним механізмом екологізації виробництва є надання субсидій, тобто спеціальних виплат підприємствам за скорочення викидів. Серед субсидій найчастіше зустрічаються позики зі зменшеною ставкою процента, гарантії позик, забезпечення прискореної амортизації природоохоронного устаткування, кошти на регулювання цін первинних ресурсів і кінцевої продукції.

На іноземних підприємствах в останні роки поширилась система цільового резервування коштів на утилізацію відходів, яка використовується для створення стимулів у споживачів на здійснення додаткових витрат. У момент купівлі товару з передбаченням майбутнього забруднення роблять внесок, який повертається з процентами після утилізації відходів. Така система стимулює відновлення та утилізацію відпрацьованих олій, рециркулювання озоноруйнівних речовин [8].

Маркетингові механізми охоплюють створення та забезпечення розвитку ринку природних ресурсів і екобезпечних товарів; структурну перебудову "маркетингового ланцюга", в який входить виробництво, това-

рорух і споживання; екологічну експертизу (державну, наукову, суспільну, комерційну); торгівлю квотами на шкідливі викиди; екологічний акцизний збір, екологічне страхування та просування тощо.

Досвід індустріально розвинених країн засвідчує зростання торгівлі квотами на викиди шкідливих речовин відповідно до Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміни клімату (РКЗК), який передбачає використання трьох механізмів щодо зменшення викидів парникових газів через купівлю відповідних сертифікатів, серед яких: механізми чистого розвитку (англ. Clean Development Mechanism, CDM), що передбачає співпрацю між країною, яка розвивається, та індустріалізованою; торгівля викидами (англ. International Emission Trading, IET), тобто прямі продажі квот на викиди однієї індустріалізованої країни іншій; спільне впровадження (англ. Joint Implementation, JI) – скорочення викидів в одній країні повністю чи частково за рахунок іншої. Такі проекти особливо актуальні для вітчизняних підприємств, технологічний рівень котрих набагато нижчий від рівня виробництва суб'єктів бізнесу розвинених країн, а тому реалізація зазначених механізмів у нашій країні значно дешевша [5].

Введення державного обов'язкового екологічного страхування (на відміну від добровільного) потребує спеціального закону, який встановлює організації, порядок утворення та функціонування державного екологічного страхового фонду. На першому етапі процесу доцільно встановити добровільну форму екологічного страхування; другому – закріплення фінансово-кредитної системи, апробації механізму страхування; третьому – розроблення основ методичної документації з обов'язкового екологічного страхування.

Для реалізації загальнодержавних організаційно-економічних механізмів потрібні відповідні механізми на рівні підприємств. Найактуальнішими для вітчизняних підприємств є такі заходи, як запровадження концепції “зеленого офісу”; формування та розвиток екологічної культури, екологічного менеджменту й маркетингу; використання концепції “бережливого виробництва” тощо.

“Зелений офіс” – це філософія управління підприємством, що допомагає йому зменшити негативний вплив на довкілля завдяки раціональному використанню ресурсів і енергії та зведенню до мінімуму відходів в

результаті його діяльності [9]. Основні принципи функціонування “зеленого офісу” полягають у такому: екологічний аналіз життєвого циклу продукції постачальників і власної; закупівля та виробництво екологічно безпечної продукції; енерго- і ресурсоефективність; зменшення шкідливих для довкілля викидів; повторне використання і перероблення продукції та відходів.

Сьогодні великої актуальності набуває проблема впровадження управлінської концепції “бережливого виробництва” (англ. Lean Manufacturing / Lean Production / Lean Enterprise), спрямована на оптимізацію бізнес-процесів від етапу розроблення продукту, виробництва і до взаємодії з постачальниками й клієнтами. Менеджмент “бережливого виробництва” орієнтований на виявлення потреб ринку і створення максимальної цінності для клієнта (споживача) за мінімальних витрат виробничих ресурсів [2].

Як показує досвід розвинених європейських держав, проблема екологізації виробництва може вирішуватися через посилення ролі інтелектуальних, духовних, інформаційних ресурсів. Особливого значення при цьому набуває екологічна культура на вітчизняних підприємствах як основний фактор економічного розвитку. У процесі побудови моделі екологічної культури рекомендується виокремлювати три складові: екологічна культура виробництва, екологічна культура інновацій, кадрова екологічна культура [15], які найістотніше впливають на економіку підприємства.

Виконані дослідження сутності, структури і складу організаційно-економічних механізмів екологізації виробництва дають можливість систематизувати наявні та запропонувати нові елементи і забезпечити раціональне екологічне управління на вітчизняних підприємствах.

1. Екологізація виробництва вітчизняними підприємствами допоможе зменшити суперечності між економічним зростанням та збереженням і охороною природних ресурсів, дасть можливість підвищити ефективність ресурсоспоживання, вийти на нові ринки продуктових “зелених” інновацій та забезпечити конкурентоспроможність української економіки.
2. Вищенаведені аргументи актуалізують необхідність і визначають мотиви вітчизняних суб’єктів господарювання щодо екологізації вироб-

ництва. Організаційно-економічні механізми екологізації виробництва доцільно формувати й застосовувати на загальнодержавному та внутрішньогосподарському рівнях. Загальнодержавний рівень складається з примусових, заохочувальних і маркетингових механізмів.

3. Внутрішньо-організаційний рівень реалізується через орієнтацію підприємства на концепції “зеленого офісу”, “бережливого виробництва”, екоменеджменту, екомаркетингу, екокультури тощо.

Контрольні запитання

1. У чому суть принципів «зеленої» економіки за формулюванням ЮНЕП?
2. У чому полягають принципи зеленої економіки в Європейському Союзі?
3. Поясніть суть поняття багатооборотної (циркулярної) економіки?
4. В чому полягають переваги економіки з багатооборотним використанням продукції?
5. Які переваги переходу до економіки повторного використання?
6. Корпоративна соціальна відповідальність?

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основні засади впровадження моделі «зеленої» економіки в Україні: навч. посіб. / Т.П. Галушкіна, Л.А. Мусіна, В.Г. Потапенко та ін.; за наук. ред. Т.П. Галушкіної. Київ: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 154 с.
2. Северин Л.І., Петрук В.Г., Безвозюк І.І., Васильківський І.В. Природоохоронні технології. Ч.1. Захист атмосфери: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2012. 388 с.
3. Петрук В.Г., Северин Л.І., Васильківський І.В., Безвозюк І.І. Природоохоронні технології: навч. посіб. Ч. 2: Методи очищення стічних вод. Вінниця: ВНТУ, 2014. 258 с.
4. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Безвозюк І.І., Петрук Р.В., Турчик П.М. Природоохоронні технології: навчальний посібник. Ч.3: Методи переробки осадів стічних вод. Вінниця: ВНТУ, 2013. 324 с.
5. Федорчук І.В. Гідрологія: конспект лекцій: навчальний посібник [Електронне видання]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2023. 88 с.
6. Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Радовенчик Я.В. Фізико-хімічні основи процесів очищення води: підручник. Київ: Кондор-Видавництво, 2019. 256 с.
7. Горова А.В., Лисицька С.М., Павличенко А.В., Скворцова Т.В. Біотехнології в екології: навчальний посібник. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
8. Зацеркляний М.М., Столевич Т.Б., Зацеркляний О.М. Процеси захисту навколишнього середовища: підручник. Київ: Фенікс, 2017. 454 с.
9. Левандовський Л.В., Бублієнко Н.О., Семенова О.І. Природоохоронні технології та обладнання: підручник. Київ: НУХТ, 2013. 243 с.
10. Трохимчук І., Плюта Н., Логвіненко І. Біотехнологія з основами екології: навчальний посібник. КОНДОР, 2019. 304 с.

Рекомендовані джерела інформації

11. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/>
12. Prometheus. Онлайн-курс: Стала та відновлювальна енергетика. Основи. URL: <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/renewable-energy-basics>.
13. EdEra. Зелене світло для Землі: онлайн курс про відновлювальну енергетику. URL: <https://study.ed-era.com/uk/courses/course/426>
14. Природозберігаючі та безвідходні технології. URL: <https://i.k.cx.ua/articles/prirodozberigajuchi-ta-bezvidhodni-tehnologii.html>
15. Безкоштовний онлайн-курс DIRET: Технології використання відновлювальних джерел енергії. URL: <https://dieret.rea.org.ua/uk/>

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

НАВЧАЛЬНЕ ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

ФЕДОРЧУК Іван Вікторович,

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології
Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка

ГОРДІЙ Наталія Михайлівна

кандидат біологічних наук, доцент, старший викладач
кафедри біології та екології Кам'янець-Подільського
національного університету імені Івана Огієнка

КОЗАК Максим Іванович,

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології
Кам'янець-Подільського національного університету
імені Івана Огієнка

ПРИРОДОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

Підписано 06.11.2025. Формат 60x84/16. Гарнітура «Cambria».
Об'єм даних 3,79 Мб. Обл.-вид. арк. 8,3. Зам. № 1210.

Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка,
вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300.
Свідоцтво серії ДК № 3382 від 05.02.2009 р.

Виготовлено в Кам'янець-Подільському національному
університеті імені Івана Огієнка,
вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300.